0.82
N84v
no.38

Н. К. З.

НОСОВСКАЯ СЕЛЬСКО-ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ
имени 5-тилетия Октябрьской Революции.
Отдел Агрохимический.

Выпуск 38.

Проф. К. К. Гедройц

Почвенный поглащающий комплекс и почвенные поглащенные катионы, как основа генетической почвенной классификации

THE LIBRARY OF THE
AUG 1928
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Prof. K. K. Gedroiz

Der adsorbierende Bodenkomplex und die adsorbierten Bodenkationen als Grundlage der genetischen Bodenklassifikation

ЛЕНИНГРАД
1925

University of Illinois
Library at Urbana-
Champaign
Oak Street

ИЗДАНИЯ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ:

I. По опытному полю.

Вып. 1. Рекогносцировочно-уравнительный посев в 1912, 1913 и 1914 г.г. Е. К. Алексеев. Издания разошлись.

Вып. 2. Проект программы оп. поля. С. П. Кулжинский. Изд. разошлось.

Вып. 3. Способы посева проса и сорта проса. Результаты опытов за 1912, 1913, 1914 и 1915 г.г. Е. К. Алексеев. Издание разошлось.

Вып. 4. Краткое сообщение о результатах полевых опытов за 1912, 1913, 1914 и 1915 г.г. С. П. Кулжинский и Е. К. Алексеев. Издание разошлось.

Вып. 5. Кукуруза в поле по данным опытов за 1914, 1915, 1916 и 1917 г.г. С. П. Кулжинский. Издание разошлось.

Вып. 6. Кормовая морковь по данным 1914, 1915, 1916 и 1917 г.г. С. П. Кулжинский. 3-е издание разошлось.

Вып. 7. Клевер в толоке по данным 1914, 1915, 1916 и 1917 г.г. С. П. Кулжинский. 2-е издание разошлось.

Вып. 8. Клевер и искусственные удобрения по данным за 1914, 1915, 1916 и 1917 г.г. С. П. Кулжинский. 2-е издание разошлось.

Вып. 9. Как можно повысить у нас урожай овса по данным за 1914, 1915, 1916, 1917 г.г. С. П. Кулжинский. Издание разошлось.

Вып. 10. Проект дополнительной программы опытного поля. С. П. Кулжинский.

Вып. 12. Посевы яровой вики — на сено и на зерно. Результаты опытов за 1912 и 1917 г.г. С. П. Кулжинский. 2-е изд. разошлось.

Вып. 13. Как можно без навоза получать высокие урожаи ярового. С. П. Кулжинский. Издание разошлось.

Вып. 14. Как после ячменя, убранного на зерно, получить в то же лето хороший урожай травы, сена. С. П. Кулжинский. Издание разошлось.

Вып. 15. Как с выгодой засевать толоку. С. П. Кулжинский. Издание разошлось.

Вып. 16. Эспарцет. И. Д. Рогоза. Издание разошлось.

Вып. 17. Некоторые отличительные черты полеводства Северной окраины черноземов — юг Черниговщины. С. П. Кулжинский. Издание разошлось.

Вып. 18. Краткие выводы опытного поля. С. П. Кулжинский. Издание разошлось.

Вып. 20. Засуха на Черниговщине и возможные меры борьбы с ней. С. П. Кулжинский. Издание разошлось.

Вып. 26. Влияние присутствия в севообороте клевера и других бобовых на урожайность севооборота и на использование последующими культурами фосфатов С. П. Кулжинский.

Вып. 27. Значение в севообороте клевера и фосфатов. С. П. Кулжинский. Популярные листки:

1) О посеве яровой вики в толоке. С. П. Кулжинский. Издание разошлось.

2) Об удобрении толоки томасшлаком и суперфосфатом. С. П. Кулжинский. Издание разошлось.

3) Люцерна на Черниговщине С. П. Кулжинский.

4) Пашите с начала на зябь. И. Д. Рогоза.

5) Лущите озимую стерню И. Д. Рогоза.

6) Плакат о засухе. С. П. Кулжинский. Издание разошлось.

7) Берегите сад — лист. Л. К. Зыбин.

Вып. 35. Лучшие сорта полевых растений юга Черниговщины. М. И. Поляковой Рукопись.

Вып. 37. Севообороты с сахарной свеклой. И. Д. Рогоза.

Проф. К. К. Гедройц

Почвенный поглощающий комплекс и почвенные поглощенные катионы, как основа генетической почвенной классификации

THE LIBRARY OF THE
AUG 7 1928
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Prof. K. K. Gedroiz

Der adsorbierende Bodenkomplex und die adsorbierten Bodenkationen als Grundlage der genetischen Bodenklassifikation

ЛЕНИНГРАД
1925

да и то лишь в известные периоды года он действительно щелочен. Может быть, когда почвенный раствор будет досконально изучен, тогда и можно будет его свойства принять за основной принцип классификации; хотя я в этом сильно сомневаюсь; несомненно, что почвенный раствор — одна из существеннейших частей почвенной системы, что он оказывает большое влияние на твердую фазу почвы, но вместе с тем, будучи одной из наиболее подвижных частей почвы и характеризуя потому состояние этой системы в каждый данный момент, он очень мало может дать нам указаний относительно прошлого этой системы, а поэтому он не может быть подходящим основанием для установления, именно, генетической классификации. Таким основанием, представляющим из себя существеннейшую часть почвы, теснейшим образом связанную и с остальной частью твердой фазы почвы и с почвенным раствором и вместе с тем в большей мере, нежели какая либо другая часть почвы, дающая указания на прошлое почвы (и до известной степени на ее будущее), является, по моему мнению, то, что я назвал почвенным поглощающим комплексом (или суммой „цеолитной“ и „гуматной“ частей почвы). Представляя из себя с химической стороны совокупность в воде нерастворимых солеобразных соединений, а с физической — коллоидально раздробленную часть твердой фазы почвы, комплекс этот [1]) обладает способностью к реакциям взаимного обмена, интенсивность которых тем ближе к интенсивности подобных реакций между веществами, в воде растворенными, чем выше степень дисперсности его частиц; с другой же стороны, именно, благодаря его нерастворимости, а также нерастворимости продуктов распада его анионной части („коллоидальной“ ее растворимости), как сам этот комплекс, так и эти продукты распада, способны в той или иной степени сохраняться в почве в месте их образования или скопляться на той или иной глубине: даже и в том случае, когда продукты эти вымываются вон из почвенной толщи, например, в грунтовые воды, даже и тогда очень часто мы имеем след этого в том поглощающем комплексе, из которого они вынесены; очень часто в тех случаях, когда мы не можем обнаружить этого следа, происходит это лишь вследствие малоразработанной еще методики исследования поглощающего комплекса. По этой же причине теперь еще, конечно, совершенно невозможно дать сколько нибудь полную классификацию почв по состоянию в них поглощающего комплекса; сейчас она может базироваться лишь на составе катионной части этого комплекса, которая, однако, тоже изучена далеко не для всех даже типов почв; о весьма же существенных для этой классификации других признаках, как-то: величине анионной части, ее составе и содержании в тех или других горизонтах продуктов ее распада (кремнекислоты, гидроокисей алюминия и железа, гуматных анионов) приходится заключать по косвенным соображениям. Тем не менее я считаю полезным поделиться теми выводами, какие можно сделать в отношении почвенной классификации из моих исследований поглощающего комплекса и которые в сущности уже опубликованы мною в различных моих работах, но в виде отдельных эпизодических включений к главным темам работ; и при таком состоянии вопроса картина получается довольно цельной и стройной; укажу между прочим, что построение почвенной классификации на основании поглощающего почвенного комплекса, как показывает мой трехлетний опыт проведения этого начала при изложении почвоведения студентам Лесного Института, чрезвычайно облегчает усвоение курса.

---

[1]) См. мою ст. „Краткий обзор общих результатов исследований Кафедры Почвоведения Ленингр. Лесного Института“, Изв. Лесн. Инст. Вып. 32. 1924.

Свойства и величина поглощающего комплекса является функцией всех почвообразователей: материнской породы, климата, органической жизни, рельефа, прошлой истории. Начнем наше рассмотрение с почв черноземной полосы.

I. Черноземный тип почвообразования.

При известном климате почвы (соответствующее сочетание метеорологических факторов, растительности и рельефа) и режиме грунтовых вод поглощающий почвенный комплекс будет вполне насыщен основаниями и, в качестве таковых, содержать в себе только кальций и магний; для этого означенные почвообразователи должны сочетаться таким образом, чтобы легко растворимые соли (соли натрия и калия), имевшиеся первоначально в материнской горной породе и образующиеся как продукты почвенного выветривания, возможно полностью выносились из почвенной толщи, и вместе с тем, чтобы грунтовые воды залегали настолько глубоко, что поднятие таких солей в верхние горизонты почвы было бы невозможно; с другой стороны, водный режим почвы должен быть таков, чтобы трудно растворимые карбонаты щелочно-земельных металлов по возможности сохранялись в верхних горизонтах почвы или же были бы настолько невысоко от почвенной поверхности, что бы почвенные растворы и в верхних почвенных горизонтах, если не все время, то в известные периоды года, содержали карбонаты кальция и магния, поднятые сюда из карбонатных горизонтов. Принимая во внимание значительно бо́льшую энергию поглощения (или энергия вытеснения) у кальция по сравнению с натрием и калием (и магнием) и большую энергию поглощения (или вытеснения) у магния по сравнению с натрием и калием, легко видеть, что при указанных условиях поглощающий комплекс почвы должен содержать в числе поглощенных катионов в первую очередь кальций, во вторую магний; другим поглощенным катионам, ни щелочным, ни водородному, в нем не может быть места: они при той коцентрации их в почвенном растворе, какая может иметь место при рассматриваемых здесь условиях почвообразования, не могут конкурировать с кальцием и магнием. Таким образом, при такой комбинации почвообразователей, которую мы приняли, образующиеся почвы должны обладать поглощающим комплексом, насыщенным основаниями (не содержащим водородного иона) и при том только кальцием главным образом) и магнием.

Это основное свойство этих почв — насыщенность их поглощающего комплекса, как минерального, так и органического, кальцием и магнием, обусловливает целый ряд других особенностей, отличающих подобные почвы от прочих почв; прежде всего укажу на сравнительное постоянство поглощающего комплекса в этих почвах: он отличается особой сопротивляемостью как разлагающему, так и растворяющему действию почвенных вод [1]; поэтому, именно, в этих почвах как цеолитная, так и гуматная части, могут достигать наибольшей величины; отсюда же вытекает то обстоятельство, что в этих почвах не должно образовываться уплотненных иллювиальных горизонтов [2]: для этого коллоидальная

---

[1]) Доказательство и объяснение этому см. в моей статье „Почвы, ненасыщенные основаниями". Ж. Оп. Агр., т. XXII, стр. 1.

[2]) Если уплотненные горизонты здесь встречаются, то они иного, не иллювиального происхождения; напр., уплотненные горизонты в Донских черноземах являются следствием воздействия на них натронных солей грунтовых вод, см. мою статью „Поглот. способность почвы и почв. цеолитные основания". Ж. Оп. Агр. 1916, т. 17, стр. 521.

растворимость гуматной части и распад алюмосиликатного ядра цеолитной части с образованием коллоидально растворенных окисей кремния, алюминия и железа слишком ничтожны, и концентрация этих веществ очень мала; кроме того почвенный раствор здесь всегда содержит кальций — сильный свертыватель коллоидальных частиц этих продуктов распада и самого поглощающего комплекса; те и другие поэтому не могут в более или менее значительной степени вымываться из мест своего образования и существования.

Следующим, чрезвычайно существенным свойством почв, с указанным выше поглощающим комплексом, является их ультрамеханический состав (т. е. механический состав илистой фракции) и особая структурность; в ультрамеханической фракции этих почв, несмотря на богатство их коллоидально раздробленным поглощающим комплексом, нет или почти нет отдельных коллоидальных частиц, последние здесь прочно связаны в аггрегаты; та же причина создает в этих почвах очень прочную и в сухом и во влажном состоянии, но вместе с тем сравнительно мелкую зернистую структуру [1]).

Как указывалось выше полной разработки почвенной классификации по поглощающему комплексу в значительной степени препятствует неизученность анионной части его как минеральной, так и органической, вследствие отсутствия разработанной методики. Параллельно с попытками разработки таковой, еще не законченными, мы, в целях установления различий в почвообразовательном процессе подзолистых почв и солодей [2]), исследовали отношение различных почв к обработке щелочью. Полученные результаты дают интересный материал и в классификационном отношении. В частности для рассматриваемых здесь почв, для того сочетания почвообразователей, при котором почвенный раствор так беден уже катионами натрия (и калия) и настолько богат еще катионами кальция (и магния), что среди поглощенных ионов коллоидального комплекса не могут быть ни натрий, ни водород, щелочь извлекает (в условиях нашей обработки) и кремнекислоты и окиси алюминия из всех почвенных горизонтов сравнительно очень мало (меньше 1% от веса почвы); если условно (только для того, чтобы иметь исходную точку) принять состав анионной части алюмосиликатного поглощающего комплекса за $Al_2O_3 2SiO_2$, то соотношение между извлекаемыми щелочью из рассматриваемых здесь почв кремнекислоты и окиси алюминия обычно показывает в верхних горизонтах на небольшой избыток кремнекислоты (например на 0,59% извлекаемого глинозема приходится 0,8% извлекаемой кремнекислоты, вместо 0,5%, требующейся по формуле); с углублением вниз картина изменяется мало с общей тенденцией понижения количества извлекаемой кремнекислоты примерно при том же количестве извлекаемого глинозема, так что получается более близкое, а иногда и полное совпадение с вышеприведенной формулой [3]).

Из других косвенных указаний для сравнительного изучения анионной части алюмосиликатного поглощающего комплекса в почвах различных типов, остановимся на количествах кремнекислоты и глинозема, извлекаемых из почв при обработке последних слабой соляной

---

[1]) Обоснование и объяснение этого можно найти в моей статье „Ультрамеханический состав почвы". Ж. Оп. Агр., т. XXII, ч. I, стр. 27.

[2]) См. мой доклад на 3-ем Всеросс. Съезде Почвоведов в Москве, 1921 г. „Солонцеватость почвы, как причина быстрой ее деградации".

[3]) Вот например данные щелочной вытяжки из целинного чернозема Полтавской г. (из бывшего имения „Баясное"): гор. А (0-20 стм.) кремнекислоты-0,534%, глинозема 0,320%; гор. В (45-70 стм.) 0,440 и 0,344%; гор. С (120-150 стм.)-0,424 и 0,376%.

кислотой (0,05 норм.) до полного замещения водородом имеющихся в почве поглощенных оснований; получающиеся здесь результаты, собственно говоря отношение $SiO_2 : Al_2O_3$, неодинаково для почв различных типов. Для тех почв, о которых сейчас идет речь, т. е. для почв, насыщенных основаниями, а из последних содержащих в поглощающем комплексе только кальций и магний, соляная кислота 0,05 норм. извлекает немного и кремнекислоты и глинозема, причем глинозема извлекается примерно раза в два больше, нежели кремнекислоты (около 0,5% глинозема и около 0,25% кремнекислоты от веса почвы).

Почвы с поглощающим комплексом описанного выше характера являются главным фоном почвенного покрова нашей черноземной зоны, зоны умеренного увлажнения; в этой зоне преобладающий климат почвы (а также непосредственное влияние травянистой растительности) таков, что поглощающий комплекс почвы (как минеральный, так и органический) должен обладать, именно, вышеописанными свойствами. Мы имеем черноземный тип почвы. Само собой разумеется, что не все почвы черноземной зоны содержат поглощающий комплекс указанного характера. Находясь в непосредственной зависимости от климата почвы, он должен постепенно менять свой характер с постепенным изменением климата почвы в сторону большей и меньшей засушливости.

С другой стороны, почвы черноземного типа почвообразования расположены не только в условиях климата нашей черноземной зоны, но и в других климатических зонах, там именно, где благодаря каким либо местным причинам, имеются условия, необходимые для того, чтобы почвенный поглощающий комплекс был, во первых, насыщен основаниями и при том, во-вторых, только кальцием и магнием; такими условиями, как увидим ниже, являются: в пустынно-степной зоне содержание в материнских породах гипса, а в подзолистой зоне содержание в материнских породах карбонатов кальция и магния. При этих условиях в первой из означенных зон не могут возникать присущие ей солонцеватые почвы, так как кальций гипса препятствует вхождению натрия в поглощающий комплекс; во второй из указанных зон, в подзолистой зоне, на карбонатных породах мы также будем иметь черноземный тип почвообразования, так как кальций углекислого кальция предохраняет почву от вступления в ее поглощающий комплекс водородного иона, т. е. от процесса оподзаливания.

II. Солонцевый тип почвообразования.

Уменьшение степени увлажнения почвы, понижая вымываемость легко растворимых солей и щелочноземельных карбонатов, постепенно повышает горизонт их скоплений в грунтах и почвенных слоях; постепенно с увеличением засушливости климата почвы увеличивается количество в почве как тех, как и других солей; но так как предельная растворимость щелочно-земельных карбонатов (концентрация насыщенных их растворов в почвенной влаге при наивысшем возможном содержании в ней углекислоты) сравнительно очень мала, то несмотря на высокую энергию поглощения (вытеснения) почвою кальция, должен наступить при движении на Ю. В. от почв, насыщенных только кальцием и магнием, такой момент, когда катионы значительно более растворимых солей щелочных металлов могут уже конкурировать с катионами кальция и магния за свое место в поглощающем комплексе почвы. Когда степень увлажнения почвы достигает такого момента, мы

вступаем в область, в которой почвы в своем поглощающем комплексе могут содержать уже кроме кальция и магния и щелочные катионы.

Тоже явление — появление щелочных катионов в поглощающем почвенном комплексе — может обусловливаться при известной степени засушливости климата и обратной причиной, а именно тем, что в том или другом пониженном месте (в котловинке, в западине) создаются условия временного избыточного (по сравнению с окружающим пространством) увлажнения; в этом случае может получиться такая концентрация щелочных катионов в почвенном растворе, при которой они смогут вступать в поглощающий комплекс почвы, тогда как в почвах, окружающих такое место, их или не будет там вовсе или же содержание их будет заметно ниже. Такие благоприятные условия для вступления щелочных катионов в поглощающий почвенный комплекс пониженных мест могут сложиться как вследствие того, что стекающие с более повышенных мест воды будут приносить сюда продукты выветривания почвы этих мест, что при достаточно сильном испарении может вызвать необходимое для вступления щелочных катионов в поглощающий комплекс повышение их концентрации, так и вследствии того, что скопляющаяся здесь вода будет обусловливать более глубокое промачивание почвы и вызывать при высыхании капиллярное поднятие солей из нижних подпочвенных горизонтов.

Какие же из щелочных катионов могут встречаться в поглощающем комплексе этих почв? Вопрос этот очень существенный, но до сих пор он не может считаться разрешенным. Мы знаем, что натрий несомненно встречается как поглощенный катион во всех натриевых солончаковых почвах и во всех солонцеватых почвах, но имеется ли там поглощенный калий — вопрос экспериментально не разрешенный; а между тем от разрешения его находится в зависимости другой очень важный вопрос, вопрос о роли солей щелочных металлов, как продуктов почвообразования, в засолении почв и образовании солонцеватых почв. Вопрос об участии карбонатов кальция и магния, являющихся продуктами почвообразования, в накоплении в почвенных горизонтах этих солей решается положительно без особых натяжек, так как соли эти очень трудно растворимы; относительно солей натрия и калия вопрос так просто не может быть окончательно разрешен ввиду большой их растворимости; натрий в этом отношении указаний дать не может, потому что хотя участие его в поглощающем комплексе почв засушливых районов и участие его солей в засоленных почвах несомненно, но оно всегда может быть отнесено за счет засоленности в настоящее время или в прошедшие времена материнской породы хлористым и сернокислым натром. Другое дело, если бы было доказано, что и калий наряду с натрием входит в поглощающий комплекс засушливых почв; тогда можно было бы утверждать, что появление его здесь обязано, именно, калийным солям, как продуктам почвообразования, и возможность засоления почв (сейчас или бывшее в прошлые времена) солями щелочных металлов, как продуктов почвообразования, была бы непосредственно доказана.

Тогда пришлось бы говорить не только о соде в почвах, но и о поташе; подойти к разрешению поставленной задачи разделением щелочности почвенных водных вытяжек на щелочность от соды и от поташа довольно трудно; гораздо проще произвести в солонцеватых почвах в широком масштабе исследование содержания поглощенных щелочных металлов с разделением определяемых щелочей на натрий и калий.

Вследствие больших затруднений в последние годы для такого разделения, нами оно проделано для очень немногих почвенных образцов;

в них мы не нашли ясного ответа на наш вопрос; необходимо эти исследования значительно расширить.

Таким образом, известное сочетание климатических условий и рельефа вызывает изменение в составе поглощенных катионов поглощающего комплекса, изменение, налагающее совершенно особый отпечаток на почву: в этом комплексе появляется поглощенный натрий, и в общем чем засушливее климат почвы, тем количество этого катиона будет больше по сравнению с количествами поглощенных кальция и магния; исследование показывает, что можно встретить почвы, в которых натрий является почти единственным поглощенным основанием, а кальций и магний почти вовсе отсутствуют. Прежде чем перейти к рассмотрению свойств поглощающего комплекса, содержащего поглощенный натрий, и свойств почв, содержащих таковой комплекс, укажем, что имеются обстоятельства, усложняющие вопрос о почвенном покрове засушливых областей, а именно.

Во первых, в числе солей кальция (и магния), засоляющих почвы, мы имеем не только трудно растворимый углекислый кальций, но и значительно более растворимый сернокислый кальций (и магний); гипс является довольно распространенной солью засушливых областей. Если для конкуренции с кальцием и магнием в виде углекислых солей за место в поглощающем комплексе концентрация иона натрия в почвенном растворе может быть сравнительно низкой, то для конкуренции с кальцием гипса дело обстоит иначе.

Борьба натрия с кальцием углекислого кальция, каково бы ни было количество последнего в почве, за место в поглощающем комплексе может быть успешной уже при сравнительно низкой концентрации солей натрия в почвенном растворе; не то в случае кальция в виде сернокислого; можно считать, что в насыщеном почвенном растворе при 10% влажности на 100 гр. почвы приходится 0,021 гр. сернокислого кальция (при 30° С.), эквивалентное количество хлористого натрия будет 0,009 гр., а хлора — 0,005 гр.; в силу малой энергии поглощения натрия по сравнению с энергией поглощения кальция, натрий поглощается почвою из растворов эквивалентных количеств ионов кальция и натрия в очень слабой степени, так что в присутствии в почве гипса в твердой фазе, даже при содержании в почве 0,009% хлористого натра, иона натрия в поглощающем комплексе может содержаться очень мало.

Во вторых, особые свойства поглощающего комплекса, содержащего поглощенный натрий, и совершенно своеобразный облик и характер получаемый почвой, содержащей такого состава поглощающий комплекс, затушевываются, исчезают в том случае, когда почвенный раствор содержит растворимые соли выше известной концентрации. На этом вопросе я уже останавливался достаточно в ранее опубликованных работах, поэтому укажу здесь только на общую причину этого явления. Как мною доказано все особые свойства комплекса, содержащего поглощенный натрий, так резко отличающие его от того же комплекса, содержащего только кальций и магний, вызываются тем обстоятельством, что вторичные частички (аггрегаты) поглощающего комплекса, содержащего кальций и магний, под влиянием вступления туда натрия распыляются; поглощенный натрий повышает дисперсность поглощающего комплекса почвы; почва содержащая таковой „более коллоидальна“, нежели почва, содержащая только поглощенные кальций и магний; соли почвенного раствора, свертывая почвенные частички, действуют обратно поглощенному натрию, и когда концентрация их выше некоторой величены, то распыляющее действие поглощенного натрия исчезает. Если, заимствуя термин у почвоведов — морфологов, назвать те свойства

почвы, которые проявляются в ней вследствие присутствия в ее поглощающем комплексе натрия, солонцеватостью [1]) почвы, то степень солонцеватости почвы будет зависеть от трех величин: 1) от величины поглощающего комплекса почвы; 1) от соотношения между количествами в нем, с одной стороны, поглощенного натрия и, с другой стороны, поглощенных кальция и магния [2]); 3) от концентрации (и состава) солей в почвенном растворе. Количество поглощенного натрия в почве зависит и от концентрации солей натрия в почвенном растворе и от периодичности воздействия на почву этого солевого раствора, так как предел вступления натрия из раствора в поглощающий комплекс почвы на место кальция и магния кладется не только концентрацией его в растворе, но и концентрацией одного из продуктов обмена — образующейся соли кальция; поэтому можно получить один и тот же результат (одно и то же количество натрия в поглощающем комплексе данной почвы), действуя на почву раствором натриевой соли высокой концентрации или действуя раствором низкой концентрации, но многократно с удалением продуктов обмена после каждой обработки. Содержание легко растворимых солей в почве изменчиво в зависимости от постоянно изменяющихся условий увлажнения как в течение года, так и из года в год, поэтому в природе, по всей вероятности, чаще имеет место второй случай, т. е. солонцеватые почвы разной степени содержания поглощенного натрия, образовавшиеся вследствие периодического осолонения их солями натрия, причем и здесь степень солонцеватости их в каждый данный момент будет зависеть от концентрации имеющихся в почвенном растворе солей, т. е. также будет периодически изменяться как в течение года, так и из года в год [3]).

Во всяком случае в природе в достаточно засушливом климате, в зависимости от макро и микрорельефа, свойств материнской породы, состояния грунтовых вод и времени исследования, можно встретить все степени проявления солонцеватости при одной и той же величине поглощающего комплекса и при одном и том же процентном содержании в последнем натрия параллельно с концентрацией солей в почвенном растворе, начиная от той предельной концентрации, при которой солонцеватость уже не может проявляться, и выше — это почвы солончаковые разной интенсивности засоления, и начиная от той же предельной концентрации и ниже — это почвы солонцеватые с различной интенсивностью солонцеватости; при полном или почти полном рассолении мы будем иметь наиболее интенсивно выраженную солонцеватость данной почвы;

---

[1]) А такое заимствование вполне законно, потому что как раз то, вследствие чего почвовед-морфолог относит почву к солонцеватым, является следствием присутствия натрия в ее поглощающем комплексе.

[2]) При всех прочих совершенно одинаковых условиях почва будет тем „солонцеватее“, чем больше в ее поглощающем комплексе содержится поглощенного натрия; но при этом надо иметь в виду, что при полном отсутствии в такой почве растворимых солей уже ничтожное содержание поглощенного натрия может проявиться совершенно ясно на всех свойствах такой почвы.

[3]) Нужно иметь в виду, что солонцеватые горизонты почвы очень медленно подымают воду; поэтому если почва сильно солонцеватая, а нижележащие почвенные воды слабо засолены, то превращение солонцеватой почвы снова в солончаковую очень затруднено и требует продолжительного времени. Иное дело, если эти воды очень богаты растворимыми солями; тогда капиллярное поднятие их в солонцеватый горизонт может происходить быстро. Так, например, производящиеся в настоящее время в нашей лаборатории исследования (еще не законченные) Л. А. Гриневальдт-Фроловой над поднятием растворов в трубках с солонцеватым карбонатным горизонтом солонца Шипова леса показывают, что чистая вода капиллярно поднялась такою почвою в течение 1½ месяца всего лишь на 7,5 см., тогда как растворы, например, хлористого бария на ту же высоту были подняты в зависимости от их концентрации через следующие промежутки времени: 1,0 нор. около 2 часов, 0,1 норм. — 9 часов; 0,01 норм. — около 22 дней.

по мере же приближения засоленности ее к той предельной, о которой речь была выше, солонцеватость постепенно затухает и в пределе совершенно исчезает, — имеем опять солончаковую почву.

Первоисточником поглощенного натрия в почве могут быть, конечно, любые соли натрия; в природе, повидимому, таковыми являются хлористый и сернокислый натр; само собою разумеется, что не исключена возможность появления в почве поглощенного натрия под влиянием воздействия на нее соды, если в почву вместе с просачивающимися водами попадает таковая из мест ее образования; принципиального различия в этих двух случаях нет; только при воздействии соды на почву надо иметь в виду следующие два момента: реагируя с поглощающим почвенным комплексом, она дает второй продукт взаимообмена, в противоположность хлористому и сернокислому натрию, очень трудно растворимый углекислый кальций (магний), а кроме того, концентрация соды в просачивающихся водах вообще должна быть очень низкой; поэтому сода в этих условиях до известного насыщения почвы натрием „исчезает“ очень полно.

Каким бы способом ни появлялся в почве поглощенный натрий, когда источником его является хлористый и сернокислый натрий, вследствие ли многократного периодического осоления почвы этими солями, или вследствие однократного появления (или первоначального их содержания в материнской породе) в почве этих солей, во всяком случае для проявления свойств поглощающего комплекса, содержащего поглощенный натрий, т.-е. для проявления солонцеватости, необходимо рассоление почвы в той или другой степени; стадия солончаковой почвы в этом случае обязательно предшествует стадии солонцеватой почвы. Когда же источником поглощенного натрия является сода, для возникновения солонцеватой почвы стадия солончаковой почвы, конечно не обязательна. [1]).

Обращаемся теперь к вопросу о тех свойствах, какие приобретает поглощающий почвенный комплекс, а вместе с ним и сама почва, под влиянием присутствия в нем поглощенного натрия. На этом вопросе нам приходилось останавливаться много раз и между прочим в статьях, помещенных в 1 ч. XXII т. Ж. Оп. Агр., а поэтому здесь мы только кратко перечислим эти свойства.

Основное действие поглощенного натрия на поглощающий комплекс почв, которое уже в свою очередь обусловливает все остальные свойства такого комплекса, состоит в распыляющем действии этого катиона, в том, что вследствие вступления его в этот комплекс, последний приобретает способность сильно повышать степень дисперсности своих частиц; под влиянием вступившего в поглощающий комплекс натрия комплекс этот, а вместе с ним и сама почва, становится значительно более „коллоидальными“, нежели в том случае, когда поглощенными основаниями являются только кальций и магний; у почвы появляются сильная клеющая способность, почему почва в сухом состоянии приобретает в зависимости от степени солонцеватости более или менее крупную и очень прочную структуру; по свертывание этого коллоидально раздробленного поглощающего комплекса при высыхании почвы представляет процесс обратимый, и потому увлажненная почва теряет свою структуру, так как поглощающий комплекс под действием

[1]) В какой мере может быть распространен в природе этот способ возникновения поглощенного натрия (воздействием соды на почву) трудно, конечно, сказать при полном отсутствии данных; одно можно утверждать, что этот источник поглощенного натрия по сравнению с хлористым и сернокислым натром играет лишь подчиненную роль.

воды снова распыляется до прежней степени дисперсности; почва во влажном состоянии обладает вязкостью и клейкостью. Тем же обусловливается повышенная водоудерживающая сила, набухаемость, слабая водопроницаемость, медленное поднятие воды и т. д. Такое действие поглощенного натрия вызывается тем, что почвенный раствор в этом случае содержит некоторое количество гидроксильного иона, стабилизирующего распыленность поглощающего комплекса, а катионом, отвечающим этому аниону в данном случае является натрий, свертывающее действие которого значительно ниже стабилизирующего действия гидроксила. Приписывать эти свойства солонцеватых почв соде неправильно; сода в почве сама является следствием присутствия в почве поглощенного натрия; оба эти явления (солонцеватость и присутствие соды) — явления сопутствующие, вызываемые одной и той же причиной; сода, наоборот, как и всякий электролит свертывает, и если бы возможно было поставить почву в такие условия, чтобы образующееся очень небольшое количество в почвенном растворе гидрата окиси натрия не переходило частично в соду, и сода не возникала бы там другим путем (реакцией обмена с углекислым кальцием), то коллоидальность почвы только бы повысилась. Подтверждение этому мы видим и в природе — солонцеватые горизонты, вовсе не содержащие углекислого кальция (столбчатые горизонты), при одних и тех же прочих условиях более „коллоидальны“, нежели при содержании даже малых количеств углекислого кальция (подстолбчатые горизонты), а в первом случае соды значительно меньше, чем во втором; эту меньшую коллоидальность нельзя объяснить присутствием углекислого кальция; он в твердом состоянии понизить коллоидальность при малом его количестве (напр. 1%) не может; в растворе же его в этом случае чрезвычайно мало, так как присутствующая сода очень сильно понижает его и без того малую растворимость.

Следующее свойство почв, содержащих натрий в их поглощающем комплексе, свойство, имеющее большое с.-х. значение, это присутствие в их почвенном растворе соды, которую в противоположность другим легкорастворимым солям нет возможности вымыть из почвы, пока в поглощающем комлексе остается еще поглощенный натрий; этот натрий представляет источник катиона соды; если сода попала в почву как таковая со стороны, например, поднялась с грунтовыми водами или вследствие бокового подтека воды, то она и в этом случае в первую очередь является источником поглощенного натрия, и после прекращения притока ее в почву источником катиона для образующейся в почве соды опять таки будет поглощенный натрий. Указывается еще на один источник соды в почве (К. Д. Глинка), который, однако, нужно рассматривать также в сущности как источник поглощенного натрия, — это разложение органических веществ с образованием карбоната из содержащегося в них натрия. Но этот источник поглощенного натрия играет в природе во всяком случае ничтожную роль по сравнению с ролью в этом явлении таких распространенных натриевых солей, какими являются хлориды и сульфаты [1]). Таким образом источником соды

---

[1]) Если бы в действительности образование соды в почве этим путем играло заметную роль в природе, то особо сильного накопления соды надо было бы ожидать в почвах, засоленных хлоридами и сульфатами натрия, так как, именно, в этих случаях растения должны быть особенно богатыми натрием; а между тем мы видим как раз обратное: в общем чем выше содержание в почве этих солей, тем меньше в ней соды. Повидимому, растения, обогащенные натрием, богаты вместе с тем анионами серной и хлористоводородной кислоты, и при разложении растительных остатков образуются хлориды и сульфаты натрия.

в почве является поглощенный натрий почвенного поглощающего комплекса (приток соды в почву со стороны тогда может быть серьезным источником соды в этой почве, когда поглощающий комплекс ее уже насыщен натрием), главным же источником поглощенного натрия—хлористый и сернокислый натрий, углекислый же натрий может иметь лишь подчиненное, чисто местное значение.

В почвах, поглощающие комплексы которых содержат поглощенный натрий, сода может образоваться как продукт реакции двойного обмена с катионами щелочноземельных карбонатов или, в отсутствии таковых, с водородным ионом почвенной влаги; и тому и другому процессу, очевидно, способствует присутствие в почвенном растворе углекислоты. В зависимости от того чем вытесняется поглощенный натрий из солонцеватой почвы, щелочноземельными ли металлами или водородным ионом, т. е. в зависимости от того, содержит ли солонцеватая почва (или солонцеватый горизонт) щелочноземельные карбонаты или нет (а также от того поднимаются ли последние из нижних горизонотов с водами в эти горизонты), результат дальнейшего почвообразовательного процесса (с того момента, когда почва, рассолившись, превратилась в солонцеватую), характер и свойства возникающего нового почвенного образования резко различны. Для объяснения такого различия нам необходимо остановиться еще на одном свойстве поглощающего комплекса, содержащего поглощенный натрий, резко отличающем его от комплексов, насыщенных щелочноземельными металлами, и обусловленном также высокой его степенью дисперсности. А именно, благодаря этой повышенной распыленности вода действует на комплекс, содержащий натрий, гораздо интенсивнее, нежели на комплекс, насыщенный щелочноземельными металлами; поглощающий комплекс этих почв отличается большой неустойчивостью; гуматная часть его настолько распыляется в воде, что получаются растворы, стоящие на границе коллоидальных и молекулярных, а алюмосиликатная часть подвергается усиленному разложению, с энергичным распадом алюмосиликатного ядра на составляющие его окислы. В подтверждение громадного различия в растворяющем и разлагающем действии воды на почвенный поглощающий комплекс при содержании в нем поглощенного натрия и при содержании в нем только поглощенных кальция и магния приведу несколько данных из моих исследований. Опыты велись с пахотным горизонтом суглинистого чернозема, поглощающий комплекс которого в естественном состоянии вовсе не содержит поглощенного натрия; в комплекс этого образца искусственно был введен натрий, и почва продиализирована до полного удаления натриевой соли, раствором которой чернозем обрабатывался.

Опыт I. 5 гр. почвы на воронке промывались одним литром воды (вода каждый раз приливалась на воронку небольшими порциями). Были взяты четыре навески: первоначальная почва; почва с поглощенным натрием; тоже, но промывающая вода была насыщена углекислотой; почва с поглощенным натрием, смешанная с 0,5 гр. углекислого кальция. Анализ промывных вод дал следующие результаты (в % от веса сухой почвы), см. первую тб. на стр. 14.

Опыт 2. Из навесок первоначального чернозема (тот же образец, что в предыдущем опыте) и чернозема с поглощенным натрием (тот же образец, что в предыдущем опыте) было сделано по 7 последовательных вытяжек; общий фильтрат проанализирован. На 100 гр. сухой почвы было найдено, см. вторую тб. на стр. 14.

	Сумма минер. веществ.	$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	SiO_2	CaO	MgO	Na_2CO_3	Растворимый гумус в к. см 0,05 н. MnO_4K на 100 гр. почвы.
1. Почва первонач. . .	0,09	Следы	0,016	0,042	Неопр.		Неопр.
2. „ с поглощ. Na .	1,88	0,89	0,296	0,022	0,038	0,16	11120
3. Тоже + $CaCO_3$	2,40	следы	0,026	0,163	0,701	1,45	неопр.
4. Почва с поглощ. Na, вода насыщ. CO_2 . . .	3,28	1,72	0,464	0,036	0,061	0,94	„

Примечание 1. Мел содержал довольно много углекислого магния.
Примечание 2. Промывные воды почв 1 и 3 были почти бесцветны, почвы 4 — слабо окрашены органическим веществом, почвы же 2 — очень интенсивно окрашены.

	Прокален. сухой остаток.	Потери от прокаливания.	$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	SiO_2
1. Почва первонач.	0,12	0,03	Следы	0,02
2. „ с поглощ. Na . .	2,20	1,60	0,710	0,46

Приведенные данные определенно показывают, что для одного и того же эффекта, например, для одинакового выщелачивания полуторных окислов, в случае солонцеватой почвы требуется во много раз меньшая степень увлажнения, нежели в случае такой же почвы во всех остальных отношениях, но не содержащей в поглощающем комплексе натрия.

Таким образом солонцеватые почвы, как объект последующего почвообразования, значительно легче, нежели почва несолонцеватая, с поглощающим комплексом, насыщенным щелочно-земельными металлами, подвергаются действию воды с выносом оснований (натрия), гумуса и разложением алюмосиликатной части [1]); этот процесс в данном случае для достижения той же стадии требует и значительно меньшего времени и может резко проявиться при значительно более засушливом климате, нежели в случае почв, насыщенных только кальцием и магнием; этот процесс образования нового типа почвы из солонцеватой почвы, как материнской породы, приводит к почвам, солодям, отличным от подзолистых почв и по своему генезису и по свойствам получающегося образования, а потому процесс образования солодей правильнее обозначать иным термином, не подзолообразованием, а например, осолодением.

И вот благодаря такой повышенной разлагаемости водою поглощающего комплекса, содержащего натрий, солонцеватые почвы (или горизонты) сравнительно быстро даже при климате сравнительно очень сухом

[1]) Подробнее см. в моих статьях: „Почвы, ненасыщенные основаниями“... и „Ультрамеханический состав почвы“... Ж. Оп. Агр. т. 22, ч. I, стр. 1 и 27.

подвергаются осолодению с разрушением той части поглощающего их комплекса, которая была насыщена натрием; можно с уверенностью утверждать, что очень многие деградированные и „оподзоленные“ почвы в зонах более засушливых, нежели дерново-подзолистая, произошли, именно, таким путем — путем деградации ранее залегавших здесь солонцеватых почв, появление которых в этих местах в свою очередь было вызвано засоленностью натриевыми солями, имевшей в прежние времена, очевидно, большее распространение, нежели теперь [1]).

Но процесс осолодения может протекать в солонцеватых почвах, по крайней мере с полной его силой, лишь тогда, когда почва не содержит карбонатов щелочно-земельных металлов; в присутствии последних натрий поглощающего комплекса постепенно заменяется щелочно-земельными металлами; сильное разлагающее действие воды низводится, если не до такой же интенсивности, какая имеет место в почвах с поглощенными Ca и Mg (см. тб. на стр. 14) то во всяком случае очень сильно понижается; возможно, что здесь продукты разложения алюмосиликатного ядра и высокодисперсные гуматы коагулируют под действием растворенных карбонатов кальция и магния; одним словом аналогично тому, как углекислый кальций и магний защищают почвы таежной зоны от оподзаливания, эти соли защищают солонцеватые почвы от осолодения; таким образом, если засоленная натриевыми солями почва, содержащая карбонаты щелочных земель, рассоляясь, превратится в солонцеватую, то дальнейшая судьба такого почвенного образования может быть иная, нежели в отсутствии этих карбонатов; получается лишь слабое осолодение, и образуется почва примерно такая же, какой она была до стадии засоления с сравнительно ничтожной потерей поглощающего комплекса (главным образом его органической части).

В схеме, изображающей эволюцию почвы, засоленной натриевыми солями:

Почва засоленная натриевыми солями. В поглощающем комплексе содержится натрий; кроме того почва содержит растворимые соли натрия.	→	Почва рассоленная (солонцеватая). В поглощающем комплексе имеется натрий; растворимые соли натрия вымыты из почвы.	→	Деградированная солонцеватая почва. Из почвы удалены не только растворимые соли натрия, но и поглощенный натрий из поглощающего комплекса.

в том случае, когда почва не содержит щелочно-земельных карбонатов, крайние члены будут сильно различаться между собой и по содержанию поглощающего комплекса и по его составу; степень различия будет находиться в зависимости от степени солонцеватости почвы. В том же случае, когда почва содержит щелочно-земельные карбонаты, конечное звено схемы и по величине комплекса и по составу его анионной части может почти совершенно совпадать с начальным звеном, только место поглощенного натрия в комплексе будет занимать кальций (и магний); если мы возьмем для примера чернозем, засоленный натрие-

[1]) Насколько неестественно допущение образования „подзолообразных“ почв в области сухих степей путем подзолообразовательного процесса для вдумчивого исследователя, показывает отношение к этому вопросу И. С. Коссовича; например, в своих „Основах учения о почве“ (ч. II, вып. I, 1911 г., стр. 115) он говорит: „процесс образования серобурых почв представляет много своеобразных черт; однако же, как выше указано (стр. 55), ближайшие причины, обусловливающие особенности этого процесса, остаются еще весьма мало разъясненными. Несмотря на то, что серобурые почвы образовались при недостатке влаги, процессы выщелачивания проявились в них сравнительно резко“. Теперь, с точки зрения выше изложенного, происхождение этих почв совершенно ясно; это осолоделые в той или другой степени бывшие некогда солонцеватыми почвы.

выми солями, то в результате указанной эволюции в первом случае (бескарбонатная почва) получим солодь (вторичный подзол), а во втором (карбонатный чернозем) — черноземную же почву, мало отличающуюся от незасоленного чернозема. Последний случай, по моему мнению, имеет место, например, в Нежинском у., где черноземы так называемой 2-ой группы представляют деградированные солонцы [1]).

Среди солей, засоляющих почвы засушливого климата, большое распространение кроме натриевых солей имеет сернокислый кальций (и магний); в том случае, когда в почве имеется только эта соль, разумеется, не может быть речи о переходе почвы при рассолении ее в солонцеватую; чистые кальциевые солончаковые почвы и почвы, получающиеся из них в случае рассоления, подобно почвам черноземной зоны, в своем поглощающем комплексе, также насыщенном основаниями, не содержат поглощенного натрия; но в отличие от чернозема поглощающий комплекс их беднее гуматной частью и относительно беден магнием.

Смешанные натриево-кальциевые солончаковые почвы будут в своем поглощающем комплексе содержать натрий, количество которого будет находиться в зависимости от соотношения между концентрациями натриевых и кальциевых солей; при рассолении они могут дать как солонцеватые, так и несолонцеватые почвы, подобные тем, какие получаются из чисто гипсовых солончаковых почв; вследствие значительно меньшей растворимости гипса и большей энергии поглощения кальция, солонцеватые почвы из таких солончаковых могут получиться лишь в случае малого содержания гипса; при более или менее значительном содержании его и даже при очень больших количествах натриевых солей в результате рассоления получится несолонцеватая почва. Таким образом подобно тому, как углекислый кальций в случае его присутствия предохраняет почвы таежной зоны от оподзаливания (и приводит в условиях климата подзолистой зоны к образованию почв черноземного типа), а солонцеватые почвы более засушливых зон — от осолодения, гипс предохраняет почвы засушливых районов от солонцеватости.

Таким образом в описываемой здесь области, в области с недостаточным увлажнением, почвенный поглощающий комплекс на ряду со щелочно-земельными металлами будет содержать поглощенный натрий, (а как следствие этого в некоторых случаях и поглощенный водород [2]); кроме того здесь будут встречаться почвы при гипсоносных материнских породах, в поглощающем комплексе которых будет содержаться кальций и магний, а может быть и только один кальций; т. е. в этих условиях в пустынно-степной зоне будем иметь почвы черноземного типа почвообразования.

Относительно анионной части поглощающего комплекса почв этой области можно сказать следующее.

1) Анионная часть органического комплекса здесь меньше, нежели в почвах черноземной зоны: ее количество все убывает с возрастанием засушливости и по сравнению с таковою в черноземных почвах и по сравнению с анионной частью минерального комплекса самой почвы:

---

[1]) Подробнее см. мою статью в Отчете Хим. Отд. Носовской с.-х. Опытн. Станции за 1923 год.

[2]) Вопрос о присутствии в осолодевших и осолодевающих почвах поглощенного водорода еще недостаточно ясен, также как и вообще вопрос о дальнейшей судьбе солодей; для выяснения того и другого нет еще достаточного материала как полевого, так и лабораторного. Во всяком случае в некоторых образцах солодей мне удавалось констатировать ясное присутствие ненасыщенности, в других же ее вовсе не было.

отношение между величинами гуматной части и цеолитной части становится все меньше по мере ухудшения условий увлажнения. Растворимость гуматной части в воде у этих почв выше, чем у чернозема, и повышается с увеличением засушливости (распыляющее действие поглощенного натрия).

2) Мы видели, что в черноземных почвах отношение между $2SiO_2 : Al_2O_3$, извлекаемыми из почвы щелочью, вообще больше единицы: в почвах более засушливых районов оно еще больше, особенно в почвах, затронутых процессом осолодения; в типичных солодях это отношение может достигать очень большой величины; в то время как щелочь здесь извлекает глинозема примерно столько же (около 0,5%), а иногда и значительно меньше, количество кремнекислоты в некоторых исследованных нами образцах достигало выше 5%; здесь можно определенно говорить о содержании в этих почвах аморфной кремнекислоты; вообще осолодение почв в противоположность оподзариванию сопровождается накоплением в осолодевающем горизонте аморфной кремнекислоты.

3) Слабая соляная кислота (0,05 норм) извлекает из почв засушливых районов, в противоположность черноземам, больше кремнекислоты, нежели глинозема.

Подводя общий итог изложенному о почвенном покрове областей, более засушливых, нежели область типичного чернозема, с точки зрения состава поглощенных катионов, укажем прежде всего на очень малую изученность этого вопроса; естественно поэтому, нижеизложенное будет очень схематично. Общий фон почвенного покрова слагается здесь почвами разной степени солончаковатости и солонцеватости, усиливающейся по мере движения от черноземной зоны на Ю. В., то есть почвами, насыщенными основаниями, между которыми большее или меньшее участие принимает поглощенный натрий [1]); почвы солонцеватые могут встречаться тут (в зависимости от местных условий увлажнения, соленосности грунтов, высоты грунтовых вод) разной степени осолодения, начиная от вовсе неосолоденных до вполне осолодившихся; в связи с этим в рассматриваемой области будут встречаться не только почвы, насыщенные основаниями, но и такие, в которых поглощающий комплекс в той или другой степени разрушен с накоплением аморфной кремнекислоты и некоторого количества поглощенного водорода; ненасыщенность эта, ввиду очень легкой разрушаемости комплекса, насыщенного натрием, малой величины гуматной его части и ничтожному ежегодному новообразованию гуматной части, сравнительно с ненасыщенностью почв влажных областей может быть лишь очень небольшая. В этой же зоне кроме почв типичных для нее должны встречаться и почвы черноземного типа почвообразования, аналогично черноземным почвам (перегнойно-карбонатным) дерново-подзолистой зоны, т. е. почвы, поглощающий комплекс которых насыщен основаниями и притом только кальцием и магнием (а в некоторых случаях быть может почти исключительно кальцием), а анионная часть которых не подвергалась сколько нибудь заметному разложению. В каких условиях могут возникнуть

[1]) В сущности говоря, стадию солонцеватости (содержание в поглощающем комплексе поглощенного натрия) должна была пережить каждая почва или же рыхлые материнские породы, из которых почва образовалась, независимо от того, были ли материнские породы первоначально засолены натриевыми солями. Вопрос может заключаться лишь в том, какова могла быть степень солонцеватости почвы при этом и какова была продолжительность этой стадии солонцеватости: в этом вопросе кроме условий климата существенное значение должна была сыграть карбонатность (и гипсоносность) материнской породы.

в засушливой области подобные почвы? К таким почвам, во первых, могут быть отнесены те очень слабо солонцеватые почвы, а также происшедшие из них солоди, у которых солонцеватость и осолодение настолько слабо выражены, что имеющиеся методы исследования этих свойств (методы в общем еще очень грубые) недостаточны для ясного их обнаруживания. Во вторых, к ним будут причислены те разности осолодевших почв, которые произошли из солонцеватых, содержащих углесоли щелочноземельных металлов, и в которых вследствие защитной роли этих карбонатов поглощающий комплекс лишился поглощенного натрия, не изменив сколько нибудь заметно своей анионной части. В третьих, к ним будут несомненно относиться все почвы, образующиеся в присутствии таких количеств гипса, что ион натрия или не может вступать в поглощающий комплекс или же, если и вступает туда, то при рассолении вытесняется кальцием. Могут ли подобные почвы (с комплексом, насыщенным кальцием и магнием и не подвергнувшимся сколько нибудь заметному разложению) возникать в засушливых областях иным путем? Стоя на той точке зрения, что при засушливом климате почвы засоление легко растворимыми солями происходит не только вследствие соленосности материнских пород, а также вследствие накопления этих солей, как продуктов почвообразования (точка зрения, как мы указывали выше, еще недостаточно обоснованная непосредственными данными, но, по нашему мнению, все таки более приемлемая, нежели какая либо другая), мы должны ответить на этот вопрос отрицательно. Самым существенным отличием этих черноземновидных почв засушливых областей от почв черноземной области будет меньшее участие гуматной части в общей величине поглощающего комплекса, все большее и большее преобладание в нем по мере увеличения засушливости алюмо-силикатной части.

III. Подзолистый тип почвообразования.

Обращаемся теперь к тому случаю, когда условия увлажнения почвы по сравнению с теми, от которых мы исходили и которые приводят к образованию почв с насыщенным кальцием и магнием поглощающим комплексом, имеющим относительно большую гуматную часть, начинают изменяться в сторону более сильного увлажнения.

Усиление увлажнения должно сказаться прежде всего на постепенном понижении горизонта вскипания; углесоли щелочно-земельных металлов по мере этого усиления будут вымываться все ниже и ниже, и мы достигнем, наконец, такой области, когда в верхних почвенных горизонтах не только не будет карбонатов в твердом состоянии, но они не будут также подыматься сюда в растворе почвенных вод (по крайней мере в течение известного периода года); мы будем иметь область выщелоченного чернозема, область почв, лишенных не только растворимых солей, но и трудно растворимых карбонатов [1]). Это область почв, уже подготовленных к следующей стадии почвообразования, которая и констатируется при дальнейшем усилении условий увлажнения. До области выщелоченного чернозема водородный ион воды, даже усиленный водородным ионом растворенной в почвенной влаге углекислоты, вследствие крайне ничтожной его концентрации, не мог вступать в поглощающий ком-

---

[1]) Во избежание недоразумения должен оговориться, что вышеуказанное понимаю, конечно, не как полное отсутствие солей в почвенном растворе этих почв; они, конечно, имеются, но лишь как продукт почвообразовательного процесса в данный момент, но не накопления этих продуктов процесса почвообразования предшествующих периодов.

плекс почвы; этому препятствовали катионы солей (преимущественно кальций и магний) почвенного раствора; когда же концентрация этих катионов значительно понизилась, достигла очень малой величины, водородный ион получает возможность, вследствие своей высокой энергии поглощения (вытеснения), конкурировать с кальцием и магнием за место в поглощающем комплексе. Очевидно, что с этого, именно, момента, именно с той степени увлажнения, при которой такая конкуренция становится возможной, мы вступаем в область почв, поглощающий комплекс которых будет уже содержать поглощенный водород, т. е. в область почв, ненасыщенных основаниями. Области с подобными условиями увлажнения имеются, как на север от чернозема, так и на юг от него; область севернее чернозема — дерновоподзолистая зона, — примыкает к нему, непосредственно соединяясь с ним деградированным черноземом (северный чернозем, лесные суглинки); область деградированного чернозема представлена почвами, в которых процесс замещения поглощенных оснований водородным ионом находится в настоящее время в начальной стадии и может быть уже с несомненностью констатирован нашими методами; это почвы, очень слабо ненасыщенные основаниями (если не все время года, то в известные его периоды); с дальнейшим изменением климата почвы в сторону большего увлажнения процесс замещения поглощенных оснований постепенно все усиливается; относительное количество водорода, вступившего в поглощающий комплекс, все увеличивается. Таким образом вся эта область (деградированный чернозем и оподзоленные почвы таежной зоны) характеризуется поглощающим комплексом, содержащим на ряду с большими или меньшими остатками в нем поглощенных кальция и магния, поглощенный водородный ион. Но как нами доказано [1]), устойчивость поглощающего комплекса почвы (в отношении разлагающего и растворяющего действия воды) находится в тесной зависимости от рода поглощенных катионов. Из поглощенных катионов, до настоящего времени обнаруженных в почвах, наибольшую устойчивость поглощающему комплексу придают кальций и магний; об абсолютной устойчивости комплекса с этими поглощенными основаниями говорить, конечно, не приходится; он, разумеется, и растворяется и разлагается, но значительно слабее, чем при других естественных комбинациях поглощенных катионов; то обстоятельство, что накопления где либо продуктов распада и растворения [2]) поглощающего комплекса вобще не констатировано в черноземах, вполне насыщенных кальцием и магнием, еще не доказывает противного. Во 1-х, здесь надо иметь ввиду недостаточную чувствительность наших методов валового определения в почвах кремнекислоты и полуторных окислов; при 60 % кремнекислоты результаты анализа в 59 и 61 % нужно считать находящимся в пределах точности метода [3]). Во 2-х, очень возможно, что в условиях комплекса, насыщенного кальцием и магнием,

---

[1]) См. мою статью „Почвы, ненасыщенные основаниями"...; Ж. Оп. Агр. т. XXII, ч. I, стр. 1.

[2]) О растворении приходится говорить главным образом в отношении гуматной части поглощающего комплекса; она, конечно, хотя и слабо, но в воде растворяется; представляют ли глубокие гумусовые горизонты степных почв результат накопления продуктов этого растворения гуматной части или же это всегда погребенная почва, вопрос, как известно, до сих пор окончательно не решен; по, по моему мнению, в тех случаях, когда эти глубокие горизонты не являются погребенными, они — результат выщелачивания гуматной части чернозема в той его стадии, когда он был еще солонцеватым.

[3]) Для решения вопроса о вымывании полуторных окислов из верхнего горизонта чернозема можно рекомендовать производство значительного количества параллельных определений с применением теории вероятности.

благодаря присутствию в почвенном растворе достаточного количества сильно коагулирующих катионов и благодаря взаимной коагуляции, имеет место новообразование поглощающего комплекса из получающихся продуктов его распада в местах их возникновения. Во всяком случае поглощающий комплекс в почвах, где он насыщен кальцием и отчасти магнием, обладает и сравнительно с комплексами иных почв наибольшей устойчивостью.

Наименьшей устойчивостью из известных нам поглощающих комплексов обладает, как это уже указывалось раньше, комплекс солонцеватых почв, содержащий поглощенный натрий.

Промежуточное положение между этими двумя крайностями занимает поглощающий комплекс, содержащий поглощенный водород; разлагается и растворяется он, хотя и далеко не так легко, как комплекс с поглощенным натрием, но все таки значительно быстрее, нежели поглощающий комплекс черноземных почв. Таким образом, в почвах достаточно влажных областей, водородный ион почвенной влаги, не встречая здесь достаточной конкуренции других катионов, постепенно вытесняет имеющиеся в поглощающем комплексе этих почв основания, превращая его в ненасыщенный и делая его этим более доступным дальнейшему воздействию воды: гуматная его часть становится более растворимой, а алюмосиликатная легче разлагается водою с распадом ее на отдельные окислы; совокупность этих двух процессов, из которых один является следствием другого, и является сущностью того процесса почвообразования, который имеет место при условиях достаточного увлажнения почвы и который для зоны таежной получил название подзолообразования [1]); к этому еще необходимо добавить, что благодаря тем же климатическим условиям почвы и характеру растительности (главным образом характеру корневой системы древесной растительности) гуматная часть поглощающего комплекса по абсолютной величине уступает гуматной части черноземных почв, но по отношению к величине алюмосиликатной части поглощающего комплекса может не только не уступать, но быть может и значительно превосходить (исследований в этой области еще не имеется). Дело в том, что хотя разрушению и вымыванию, вследствие ненасыщенности комплекса, подвергаются обе эти части, и гуматная, по всей вероятности, даже более энергичному, но новообразование гуматной части совершается безпрерывно и очень энергично, между тем как новообразование алюмосиликатного комплекса в верхних горизонтах (A_1 и особенно A_2), если и происходит, то чрезвычайно слабо; благоприятных условий здесь для этого нет: очень низкая концентрация в каждый данный момент как коллоидальнорастворенных соединений, так и электролитов; материал для новообразования этой части успевает, нескоагулировавшись, просочиться на некоторую глубину, где, встретив более подходящие условия (например более богатые основаниями, неоподзоленные горизонты, электролиты поднявшиеся снизу с грунтовыми водами и т. п.), дает уже соответствующие новообразования.

Мы видели выше, что под влиянием воздействия воды на солонцеватые почвы также получаются почвы с сильно разрушенным и ненасыщенным поглощающим комплексом; но этот процесс („осолодение“) существенно отличается от процесса оподзаливания. Прежде всего здесь и там иной исходный материал: осолодение происходит при поглощающем комплексе, содержащем поглощенный натрий, оподзаливание —

[1]) Подробнее об этом см. мою статью „Почвы, ненасыщенные основаниями“... Ж. Оп. Агр. Т. XXII, стр. 1.

при содержании только поглощенных кальция и магния [1]); затем, при одном и том же количестве просачивающейся через почву воды скорость процесса в том и другом случае далеко не одинакова: осолодение происходит тогда гораздо быстрее, нежели оподзаливание; а при различных условиях увлажнения значительное осолодение может происходить уже в условиях настолько засушливого климата, когда об оподзаливании не может быть еще и речи; процесс осолодения будучи генетически связан с солонцеватостью почвы, есть процесс засушливых областей, процесс же оподзаливания, обусловливаемый значительно большей степенью увлажнения почвы, есть процесс влажных областей. Наконец, и судьба продуктов распада алюмо-силикатного ядра поглощающего комплекса в обоих этих случаях неодинакова; при осолодении получающаяся кремнекислота, если не целиком, то в значительной своей части остается на месте своего освобождения или вблизь лежащих слоях: солонцы по мере их осолодения, постепенно обогащаются аморфной кремнекислотой; при процессе же оподзаливания накопления аморфной кремнекислоты не удается констатировать [2]). О сказанном я сужу по результатам определения кремнекислоты и глинозема, извлекаемых из почвы при обработке их 5% КОН на кипящей водяной бане. Этим способом мною за последние годы исследовано очень много самых разнообразных почв, и вот в почвах подзолистых ни в одном случае нами не обнаружено значительных количеств кремнекислоты, растворяющейся в этом реактиве; анализы производились послойные; максимальная цифра, полученная нами — 1,5% кремнекислоты, при чем очень часто в том или другом горизонте или горизонтах для алюминия получаются цифры, заметно превосходящие количество извлекаемой кремнокислоты [3]). Не буду утверждать, что процесс подзолообразования идет с накоплением свободного глинозема, для этого у меня нет достаточных данных; скорее здесь мы имеем его в виде сложных комплексов с органическими веществами. Не то получается, как я указывал уже, для солодей; там всегда кремнекислоты из верхних горизонтов щелочь извлекает сравнительно много, а иногда и очень много, а глинозема, наоборот, сравнительно очень мало; книзу почвенного разреза количество кремнекислоты сильно падает, а количество глинозема несколько повышается [4]):

[1]) Должен оговориться: оподзоленные почвы могут в своем поглощающем комплексе содержать и щелочные катионы, а именно натрий и аммоний. Относительно натрия надо иметь в виду возможность в подзолистых почвах по крайней мере временного увлажнения грунтовыми водами; тогда в местностях, не особенно удаленных от моря, в почву может заноситься хлористый натр; хлора нам, например, в почвах Ямбургского у. приходилось находить до 0,06%; почвы окрестностей Ленинграда в нижних горизонтах почти всегда содержат некоторые количества хлора. По совершенно другим причинам, именно, подзолистые почвы, как ненасыщенные основаниями, в своих верхних горизонтах часто содержат заметные количества поглощенного аммония. Ненасыщенность гумусового горизонта этих почв создает очень благоприятные условия для поглощения почвою того аммиака, который здесь образуется в процессе аммонизации; поглощенный аммоний может играть заметную роль в числе поглощенных оснований этого горизонта подзолистых почв. См. подробнее об этом в моей статье „Краткий обзор общих результатов исследований Кафедры Почвоведения Лесного Института“... Изв. Ленинград. Лесного Института. Вып. 23.

[2]) См. об этом подробнее в моей статье „Почвы, ненасыщенные основаниями“... Ж. Оп. Агр. Т. 22, стр. 18.

[3]) Вот конкретный пример: в горизонте 15 — 30 стм. подзолистой почвы из Охтенского Лесничества: кремнекислоты 1,05%, глинозема 2,72%

[4]) Вот конкретный пример. Западинный подзол (осолодевший солонец) Челябинского уезда Оренбургской г. Кремнекислоты (первое число) и глинозема (второе число) в процентах: в гор. A_1 (0 — 5 стм.) 6,87 и 0,22; в гор A_2 (5 — 10 стм.) 5,67 и 0,24, (15 — 20 стм.) 2,26 и 0,12; в гор. B (40 — 45 стм.) 0,90 и 0,64, (60 — 65 стм.) 0,76 и 0,47; в гор. C (80 — 85 стм.) 0,77 и 0,43.

количество кремнекислоты часто настолько превышает количество глинозема, что определенно можно говорить о накоплении здесь аморфной кремнокислоты. Каковы же причины такого различия?

Одна из этих причин, и притом несомненная, заключается в различии концентрации коллоидально растворенных продуктов распада алюмосиликатного ядра при осолодении и при оподзаливании: в первом случае она значительно выше, чем во втором, так как при осолодении распад ядра идет во много раз энергичнее; во втором же случае в каждый момент она очень ничтожна и близка к той предельной, ниже которой осаждения уже не происходит. Затем, и концентрация свертывателей при осолодении, особенно при первых его стадиях, могущих протекать еще при некотором засолении почвы, значительно выше, нежели в оподзаливающихся почвах. Наконец, это уже область предположений, очень вероятных, по моему мнению, но непосредственно недоказуемых, в судьбе продуктов распада в том и другом процессе принимает участие и реакция среды. Реакция почвенного раствора в солонцеватых почвах и в осолоденных почвах (до известного предела) будет щелочная, обусловливаемая едким натром (этот едкий натр, продукт вытеснения поглощенного натра водородным ионом воды может целиком перейти в двууглесоль только при очень больших количествах углекислоты); существенно иное мы имеем при действии воды на поглощающий комплекс почвы, насыщенный кальцием и магнием и не содержащий вовсе поглощенного натрия, т.-е. при деградации несолонцеватых черноземов и при подзолообразовательном процессе вообще. При избытке углекислоты (или других слабых органических кислот) реакция почвенного раствора здесь будет кислая, хотя почвенный раствор всегда содержит некоторое количество карбоната кальция, как продукта, получающегося при вытеснении из почвы водородом воды поглощенного кальция; если даже при недостатке указанных кислот в почвенном растворе будет существовать свободный гидроксильный ион, то ему здесь будет соответствовать катион кальция, а не натрия. Так как действие гидроксильного иона на коллоидально распыленные вещества, с одной стороны, противоположно действию катионов, а с другой стороны, значительно сильнее действия катиона натрия, но слабее действия катиона кальция, то в общем результате действие гидроксильного иона может сказываться лишь в солонцеватых почвах и в процессах их деградации; в подзолообразовательных же процессах действие его не может проявиться. Далее, коллоидальные растворы кремнекислоты, с одной стороны, и глинозема и окиси железа, с другой стороны, относятся к гидроксильному иону противоположно: для гидроокисей железа и алюминия он, в ничтожных концентрациях, является стабилизатором; поэтому в условиях поглощающего комплекса с поглощенным натрием создаются особенно благоприятные условия для выноса полуторных окислов и накопления аморфной кремнекислоты. В почвах же с поглощающим комплексом, несодержащим натрия, при почвообразовательном процессе, ведущем к ненасыщенности основаниями, такого благоприятного условия для накопления аморфной кремнекислоты не имеется; а для коллоидальных гидроокисей железа и алюминия имеется, наоборот, благоприятное условие для выпадения — слабокислая реакция, но для этих соединений явление здесь сложнее, так как здесь концентрация продуктов распада ненасыщенного комплекса, как мы указывали выше, сравнительно мала, что благоприятствует их вымыванию (всякий инстабилизирующий фактор может производить свое действие лишь при концентрации коллоидальных растворов выше некоторой величины); но во всяком случае, коллоидальные гидроокиси алюминия и железа

в подзолистых почвах имеют тенденцию к выпадению уже в месте своего образования; проявлению этой тенденции здесь мешает еще одно обстоятельство — большое количество просачивающейся воды при легко обратимом состоянии выпадающих гидроокисей. Присутствие означенной тенденции к выпадению уже в элювиальном горизонте подтверждается для алюминия данными щелочной вытяжки (большие количества извлекаемого глинозема по сравнению с кремнекислотой), а для железа — водными вытяжками, в которых количество железа часто больше, чем в водных вытяжках из соответствующих горизонтов других почв (например, черноземов).

Ненасыщенность основаниями поглощающего комплекса подзолистых почв не может быть одинаковой в различных их генетических горизонтах; она должна была бы быть наибольшей в элювиальном горизонте и малой, а иногда и совершенно отсутствовать в горизонтах иллювиальных, подвергающихся воздействию растворов, содержащих основания, вымываемые из верхних горизонтов. Но в горизонтах элювиальных картина осложняется, во первых, легкой разрушаемостью ненасыщенного комплекса: вследствие этого особенно в элювиальном подгоризонте (A_2) в зависимости от стадии подзолообразования поглощающий комплекс в той или другой степени разрушен, именно та часть его, из которой вынесены уже основания; из этой ненасыщенной части в каждый момент в почве остается лишь небольшое количество; так что поглощающий комплекс гор. A_2 характеризуется при низких стадиях оподзаливания сравнительно слабым разрушением и малой ненасыщенностью; с усилением стадии подзолообразования величина комплекса будет соответственно понижаться, а ненасыщенность будет оставаться также малой величиною. Во вторых, в гумусовом подгоризонте наряду с разрушением поглощающего комплекса идет энергичное новообразование гуматной части, а потому здесь, именно, вместе с относительно большой величиной поглощающего комплекса обнаруживается и наибольшее в почвенном разрезе содержание поглощенного водорода. В иллювиальных горизонтах появление более или менее большей насыщенности и вместе с тем разрушение поглощающего комплекса возможно лишь с того момента, когда из верхних горизонтов будет вынесена большая часть поглощенных оснований; до этой стадии поглощающий комплекс этого горизонта, не только почти не разрушаясь, но даже новообразуясь, благодаря взаимному осаждению здесь коллоидально растворенных веществ из верхнего горизонта, достигает в почвенном разрезе оподзоленных почв наибольшей величины.

Для иллюстрации состава поглощенных катионов в поглощающем комплексе подзолистых почв приведу здесь данные для торфянисто-подзолистой почвы из работ Е. Н. Иваповой, произведенных в нашей Лаборатории (см. стр. 24).

Интенсивность процесса перевода насыщенного комплекса в состояние ненасыщенности и связанная с этим интенсивность распада и уничтожения таким образом этого комплекса (т. е. процесса именуемого в условиях зоны среднего увлажнения подзолообразовательным) находится в непосредственной зависимости от количества воды, просачивающейся через почву, и от содержания в ней углекислоты, т. е. от соотношения между количеством выпадающих осадков и температурой, от характера растительности, скорости разложения органических остатков и от свойств материнской породы (а в условиях не плакорных, конечно, и от рельефа). Поэтому при продвижении на север от полосы выщелоченного чернозема интенсивность этого процесса в общем сначала будет все возрастать достигает максимума там, где означенные выше факторы комбинируются

Состав поглощенных катионов

в торфянисто-подзолистой почве.

Горизонты.	Слои	% содержание в почве поглощенных катионов			Емкость поглощения в Са.	%-й состав поглощ. катионов в эквив. кальция.		
		H	Ca	Mg		H	Ca	Mg
A_0	0—5	0,0385	—	—	—	—	—	—
A_1	10—15	0,0095	0,033	0,0106	0,235	78,5	13,9	7,5
A_2	15—20	0,0032	0,019	0,0045	0,089	70,8	20,8	8,4
„	20—25	0,0007	0,014	0,0043	0,036	39,4	40,5	20,1
B	30—35	0,0003	0,042	0,0222	0,085	6,2	50,1	43,7
„	50—55	0,0004	0,118	0,0669	0,239	3,6	49,5	46,9
„	100—105	0,0005	0,135	0,0610	0,246	3,9	54,6	41,5

таким образом, что создают оптимальные условия для означенной деятельности воды; а затем, с дальнейшим понижением температуры, с появлением избыточного увлажнения, влекущего за собой заболачивание, интенсивность процесса будет понижаться, и сам он будет постепенно затухать по мере усиления заболоченности. Какой степени может достигать разрушение алюмосиликатного комплекса в дерновоподзолистой зоне при оптимальных для этого здесь условиях теперь еще нельзя сказать, так как для этого необходимо массовое исследование поглощающего комплекса этих почв; но во всяком случае и имеющиеся уже данные показывают, что в горизонте A_2 некоторых подзолов алюмосиликатный поглощающий комплекс разрушен основательно: его емкость поглощения (общая сумма поглощенных его катионов, выраженная в Са) может опускаться ниже 0,05%, тогда как в нижележащих слоях она может достигать величины около 1%.

IV. Латеритный тип почвообразования.

Еще более благоприятные условия для образования ненасыщенности и для разрушения поглощающего ненасыщенного комплекса должны иметь место в тех климатических зонах, где благодаря высокой температуре даже значительно большее количество выпадающих атмосферных осадков не приводит еще к заболачиванию и где благодаря тем же метеорологическим условиям разложение органического вещества идет особенно быстро, вследствие чего просачивающиеся через почву воды очень богаты углекислотой, а значит и водородным ионом, вытесняющим поглощенные основания; это имеет место во влажных тропических и субтропических странах, т. е. в почвах оптимального увлажнения, в латеритах, красноземах и желтоземах означенных областей. И здесь, конечно, непосредственных данных о величине поглощающего комплекса и составе поглощенных оснований еще очень мало, но имеющиеся косвенные указания и очень немногочисленные пока исследования погло-

щающего комплекса вполне подтверждают сказанное. Я приведу для примера результаты послойного исследования краснозема из Чаквы (см. табл. на странице 26).

Данные показывают на очень малое содержание во всех слоях краснозема поглощенных оснований; больше всего их, как и нужно было ожидать, в гумусовом горизонте, поглощающий комплекс которого содержит и гуматную часть; вместе с тем исследовавшийся краснозем в довольно сильной степени ненасыщен основаниями; водородный ион в количественном отношении здесь преобладает над остальными поглощенными катионами. Приведенные в таблице данные анализа щелочной и слабосолянокислой вытяжки показывают на значительно большую растворимость глинозема сравнительно с кремнеземом как в щелочной, так и в слабокислой среде, что дает право говорить о присутствии здесь свободных гидратов окиси алюминия.

Совершенно подобные же соотношения показал имевшийся в нашем распоряжении краснозем из Азургет.

Исследование желтозема с острова Явы показало нам, что и эта почва во всех ее исследованных слоях (до глубины 1 м.) ненасыщена основаниями, но в очень слабой степени. Ее поглощающий комплекс достигает заметной величины лишь в самом верхнем слое (0—10), очень богатом органическими веществами; поглощенного кальция в нем содержится 0,731%, а магния — 0,139%; в нижележащих слоях он уже сильно разрушен: в слое 30—35 поглощенного кальция — 0,100%, магния — 0,026; в слое 45—50 кальция — 0,051%, магния — 0,026%; в слое 65—70 кальция — 0,050% магния — 0.016% [1]).

И общие соображения и приведенные выше данные заставляют сблизить между собою почвы подзолистые и субтропические и тропические, как образующиеся, вследствие достаточного увлажнения, в условиях, дающих возможность вступлению в поглощающий комплекс почвы водородного иона; различие между ними, во первых, в интенсивности этого процесса и связанной с ним степени разложения алюмосиликатной части комплекса; во вторых, в величине органической части поглощающего комплекса; в третьих, в том, что благодаря отсутствию заболачивания и застоя воды вообще и большего ее количества, а так-же быстроте разложения органических остатков, процесс образования ненасыщенности и распада алюмосиликатной части поглощающего комплекса, резко проявляющийся в почвах подзолистых лишь в самых поверхностных слоях, в почвах латеритного характера распространяется гораздо дальше вглубь. В четвертых, не вполне одинакова здесь и там судьба продуктов распада алюмосиликатного комплекса; кремнекислота в обоих случаях вымывается; что же касается глинозема и железа, то, как мы видели выше, в подзолистых почвах имеется лишь тенденция к выпадению их, осуществляемая в отношении глинозема в очень слабой степени, для окиси железа в большей степени, но лишь в горизонте иллювиальном; в красноземах же и латеритах то и другое в больших количествах осаждается уже в местах их освобождения из алюмосиликатного комплекса; здесь также, как и в подзолистых почвах, слабо кислая реакция почвенного раствора вызывает малую устойчивость коллоидальнорастворенных гидроокисей алюминия и железа, но здесь кроме того имеются на лицо факторы, свертывающие эти золи и переводящие выпавшие гели в труд-

[1]) Действие слабой соляной кислоты (0,05 норм.) и 5%-ного едкого кали на те же образцы желтозема выразилось следующим образом. Соляная кислота извлекала: из гор. I — 0,17% SiO_2 и 1,10% Al_2O_3; из гор. II — 0,32 и 1,26; из гор. III — 0,38 и 1,24; из гор. IV — 0,41 и 1,25. Едкий калий извлекал: из гор. I — 2.18% SiO_2 и 1,1.% Al_2O_3; из гор. II — 1,25 и 4,75; из гор. III — 1,13 и 5,70 и из гор. IV — 1,24 и 5,27.

Исследование краснозема из Чаквинского удельного имения.

	Поглощенные катионы.			Емкость погощ. в экв. кальция.	Процентный состав поглощенных катионов (в экв. Ca)			Извлекаемые 0,05 n. HCl		Извлекаемые 5% KOH [1])	
	H	Ca	Mg		H	Ca	Mg	SiO_2	Полуторные окислы	SiO_2	Al_2O_3
A + A_1; 0 - 14 стм.	0,0114	0,040	0,050	0,351	65	11,4	23,6	0,064	1,020 [2])	1,01	2,26
B; 14 — 45 стм.	0,0085	0,018	0,013	0,210	81	8,6	10,4	0,060	1,154 [2])	1,24	3,14
C; 40 — 80 „	0,0093	0,016	0,031	0,254	74	6,3	19,7	0,074	0,704 [2])	0,79	2,12
$Д_1$; 95 — 135 „	0,0096	0,012	0,027	0,249	77	5,0	18,0	0,116	0,604 [2])	0,92	2,17
$Д_2$; 135 — 175 „	0,0082	0,010	0,026	0,218	75	5,0	20,0	0,120	0,660 [2])	1,17	2,27

[1]) Анализ щелочной вытяжки принадлежит А. А. Роде; остальные данные — автору.

[2]) Слабая окраска окисью железа (лимонный цвет), т.-е. имеем почти чистый Al_2O_3.

необратимое состояние. Из первых наиболее существенную роль играют катионы кальция и магния почвенного раствора; концентрация их в почвенном растворе почв оптимального увлажнения, пока в этих почвах поглощенные кальций и магний сохранились еще в поглощающем комплексе, должна была быть значительно выше, чем в подзолистых почвах, так как вытесняющая деятельность водородного иона в первых значительно выше, чем во вторых; в том же направлении влияет в красноземах и латеритах быстрая минерализация громадных количеств органических остатков. Выпавшие вследствие коагулирующего действия электролитов полуторные окислы подвергаются действию высокой температуры и переводятся поэтому в такое состояние, при котором они не могут уже при действии на них воды давать системы достаточно высокой степени дисперсности для того, чтобы свободно фильтроваться через почву в нижние слои.

Наконец существенное различие, но также лишь количественного, а не качественного характера, между этими двумя типами почвообразования заключается в той быстроте, с которой неколлоидальная алюмосиликатная часть почвы под влиянием воздействия внешних факторов распыляется в коллоидальный поглощающий комплекс; в почвах латеритного типа почвообразования процесс этот должен итти гораздо быстрее, нежели в почвах подзолистой зоны.

Все выше изложенное можно кратко резюмировать в следующей схеме с главнейшими свойствами поглощающего комплекса в каждом типе почвообразования.

I. Почвы, несодержащие в поглощающем комплексе поглощенного водородного иона (почвы, насыщенные основаниями).

1) Почвы, содержащие в поглощающем комплексе поглощенный кальций, а на втором месте — поглощенный магний. Поглощающий почвенный комплекс представляет аггрегаты первичных коллоидальных частиц, размеры этих аггрегатов вообще больше 0,1 микрона; аггрегаты эти настолько прочны, что чрезвычайно слабо распыляются при действии воды; чрезвычайно слабо выражено также и растворяющее и химически разлагающее действие воды; поглощающий комплекс по сравнению с комплексами с иными поглощенными катионами обладает особой прочностью. Гуматная часть комплекса относительно велика. Черноземный тип почвообразования.

2) Почвы, содержащие в поглощающем комплексе кроме кальция и магния поглощенный натрий. В почвах с таким поглощающим комплексом можно различать три последовательные стадии эволюции:

а) 1-ая стадия; почвы, засоленные растворимыми натриевыми солями. Свойства поглощающего комплекса, придаваемые ему присутствием поглощенного натрия, не проявляются. Солончаки и солончаковые почвы.

в) 2-ая стадия; почвы, содержащие растворимые соли лишь в таких небольших количествах, при которых полностью может проявиться присутствие натрия в поглощающем комплексе. Поглощающий комплекс по своему отношению к воде представляет прямую противоположность поглощающему комплексу черноземного типа: и распыляющее, и растворяющее, и химически разлагающее действие воды проявляется здесь очень сильно, значительно сильнее, чем на какой либо другой поглощающий комплекс. Солонцы, солонцеватые почвы.

Между 1-ой и 2-ой стадиями могут быть всевозможные переходы в зависимости от состояния засоления, в той или другой степени пре-

пятствующего проявлению свойств поглощающего комплекса с поглощенным натрием.

с) 3-ья стадия; из поглощающего комплекса удален поглощенный патрий, — почва осолодилась; при этом можно различать два случая.

1. Солонцеватая почва не содержала углесолей щелочноземельных металлов; тогда полное удаление поглощенного натрия сопутствуется полным удалением той части поглощающего комплекса, которая насыщена натрием; получающаяся солодь будет отличаться по величине своего поглощающего комплекса от первоначальной солонцеватой почвы в такой степени, в какой последняя была солонцеватой.

2. Солонцеватая почва содержала щелочно-земельные карбонаты; в этом случае при осолодении большая или меньшая часть поглощающего комплекса, насыщенного патрием, не разрушается, а переходит в насыщенную кальцием и магнием, и получившаяся осолодевшая почва будет по величине своего поглощающего комплекса значительно меньше отличаться от первоначальной солонцеватой, чем в случае отсутствия углесолей кальция и магния.

Между 2 и 3 стадиями также могут встречаться всевозможные переходы в зависимости от степени осолодения.

II. Почвы, содержащие в поглощающем комплексе поглощенный водород (почвы, ненасыщенные основаниями). Поглощающий комплекс по своей распыленности и разрушаемости водою занимает среднее место между комплексом, содержащим только поглощенные кальций и магний, и комплексом с поглощенным натрием. В этих почвах определенно констатируется новообразование поглощающего минерального комплекса из его составных частей.

1) Почвы с резко выраженным разрушением поглощающего комплекса во всей почвенной толще, с обильным накоплением гидратов окиси железа и алюминия во всей почвенной толще и с сильным обеднением кремнекислотой. Латеритный тип почвообразования.

2) Почвы с резко выраженным разрушением поглощающего комплекса лишь в горизонтах A_1 и A_2: в горизонте A_1 относительно большое накопление гуматной части; накопление гидратов окиси железа имеет место главным образом в горизонте B; гидраты окиси алюминия повидимому также накопляются, но в очень ограниченных количествах; кремнекислота, как продукт распада алюмосиликатного поглощающего комплекса, вымывается, но соответственно с более слабым разрушением этого комплекса, происходящим при этом только в поверхностных слоях почвы, относительное обеднение почвы ею значительно меньше, чем в латеритном типе [1]). Подзолистый тип почвообразования.

Таковы в самых общих чертах основы почвенной кассификации, базирующейся на свойствах поглощающего почвенного комплекса; многое из вышеизложенного имеет чисто спекулятивный характер, могущий не подтвердиться дальнейшими исследованиями; я вполне это сознаю и вместе с тем все таки считаю полезным поделиться высказаными соображениями с интересующимися вопросами почвенной классификации, так как надеюсь, что эти соображения будут толчком для разработки

[1]) Латериты отличаются от подзолистых почв содержанием валовой кремнекислоты в латеритах ее мало, в элювиальных же горизонтах подзолистых почв она даже относительно других слоев накопляется; это об'ясняется тем, что в области оптимального увлажнения идет чрезвычайно быстрое распыление неколлоидальных механических фракций до коллоидальных размеров; процесс этот в подзолистой зоне выражен, конечно, во много раз слабее, и поэтому здесь, именно, происходит в горизонте вымывания относительное обогащение почвы более крупными механическими фракциями и вследствие этого уже и валовой кремнекислотой.

вопроса в указанном направлении, в плодотворности которого я совершенно убежден. Я наметил лишь самые крупные классификационные единицы; и для дальнейшего их дробления поглощающий комплекс, вероятно, может дать ценные классификационные признаки: кое что уже и сейчас можно было бы сделать в этом направлении, но это было бы слишком отрывочно и мало интересно; сейчас отмечу лишь одно обстоятельство, благодаря которому почвенная классификация, построенная на предлагаемом принципе, приобретает еще одно очень существенное преимущество перед всеми другими; я имею ввиду сближение такой генетической классификации с классификацией по механическому составу: почвенный поглощающий комплекс есть одна из механических фракций почвы; те свойства, которыми обладает эта ультрамеханическая фракция и которые существенны в классификационном отношении, приписываются только ей по чисто формальным причинам количественного характера; но несомненно, что эти свойства, во первых, в самой этой фракции постепенно количественно изменяются с величиной зерна этой фракции и, во вторых, они присущи, хотя и в гораздо меньшей степени, и более крупным, неколлоидальным фракциям. Эти соображения позволяют мне надеяться, что при достаточном изучении вопроса можно будет иметь такую классификацию, в которой генетические признаки будут тесно связаны с механическим составом почвы.

Я не коснулся вовсе почв грунтового увлажнения северных областей, так как они вообще мало изучены, а с химической стороны и особенно в отношении поглощающего комплекса и вовсе нам неизвестны.

Таким образом даже в отношении таких крупных классификационных единиц, как почвенные типы, соответствующего аналитического материала имеется еще чрезвычайно недостаточно, а об единицах более мелких и говорить не приходится; тем более, что последние для многих типов даже морфологически изучены очень мало. Наиболее больным местом почвоведения как в отношении классификации, так и для целого ряда других вопросов, я считаю почти полную неизученность почвенных органических веществ; нарочито говорю не о гумусе, а именно об органическом веществе почвы, ввиду совершенно неопределенной границы между гумусом и остальными органическими веществами почвы (имею ввиду естественные почвы) и громадной роли в процессах почвообразования, именно, этой остальной части „не гумуса“. Нужно сознаться, что, несмотря на сравнительно очень большое количество работ по этому вопросу, наши познания здесь чрезвычайно слабы и отрывочны; мне кажется, что тот путь, который в свое время дал ряд положительных результатов, исчерпан уже до конца; нужно его менять. Каков этот новый путь — сказать, конечно, трудно; он может быть намечен лишь в процессе самой работы над органическими веществами почвы. Мне лично намечается сейчас путь фракционного изучения этих веществ, как наиболее плодотворный при настоящем состоянии вопроса; а именно, изучение с количественной стороны и со стороны элементарного состава, а также попытки подхода к разделению на отдельные химические соединения — различных механических фракций органического вещества почвы. Мы имеем теперь общий метод разбития, как минеральных, как и органических почвенных аггрегатов на более мелкие составляющие их частички (может быть и не первичные еще, но во всяком случае значительно более мелкие, нежели первоначально существующие в почве) без какого либо нарушения самой химической природы органического вещества. Я имею ввиду насыщение почвы натрием обработкой ее хлористым натрием с последующим удалением остатков его из почвы диализом; из такой почвы

вся „гуматная“ часть может быть затем выщелочена водою и изучена по фракционно. Само собой разумеется, что без количественного и качественного изучения гуматной части, например, в черноземах невозможно построение более или менее детальной классификации черноземов по их поглощающему комплексу, да и вообще и на всякой другой основе.

Указанный прием фракционного изучения органической части почвы с успехом может быть применен и для изучения минеральных соединений в почве; в этом случае более подходит насыщение почвы не натрием, а литием; тогда, повидимому, распыление почвенных агрегатов до коллоидальных частиц более сильное, а главное — введение лития в почву не препятствует изучению состояния натрия в почве. Мне думается, что очень дробным фракционированием почвы и главным образом ее ультрамеханической части скорее, чем каким либо другим способом можно подойти и к разрешению вопроса о составе отдельных минеральных веществ почвы.

Ленинград.
Лесной Институт.
Март 1924 г.

Der adsorbierende Bodenkomplex und die adsorbierten Bodenkationen als Grundlage der genetischen Bodenklassifikation.

Prof. K. K. Gedroiz.

(Vorläufige Mitteilung).

Als Grundlage für seine genetische Bodenklassifikation nimmt der Autor den adsorbierenden Bodenkomplex (Abkürzung: ads. K), welcher den wichtigsten Teil des Bodens darstellt, der aufs engste mit dem anderen Teil der feste Phase und mit der Bodenlösung verbunden ist und zugleich in grösserem Masse, als irgend ein anderer Teil des Bodens, Hinweise auf die Vergangenheit des Bodens und in gewissem Grade auch auf seine Zukunft gibt.

Die Eigenschaften und die Grösse des Komplexes erscheinen als Funktion aller bodenbildenden Faktoren: des Muttergesteins, des Klimas, des organischen Lebens, des Reliefs, der historischen Vergangenheit etc.

Von chemischer Seite die Gesamtheit der in Wasser unlöslichen salzartigen Verbiendungen (Silikat-, Alumosilikat-und Ferrisilikatverbindungen) und von physikalischen — den kolloid-zerstückelten Teil der festen Phase des B. darstellend, ist dieser Komplex zu Reaktionen gegenseitigen Austausches fähig und zwar sowohl mit Kationen der Salze der B.-lösung, als auch mit dem H-ion des Wassers, infolge aber der Unlöslichkeit seiner selbst und der Zerfallprodukte seines Anionen-Teils (dessen «kolloidaler Löslichkeit»), sind letztere fähig an ihrem Bildungsorte im B. sich zu erhalten, oder auf bestimmter Tiefe sich anzusammeln.

Sogar in dem Falle wenn diese Produkte in das Grundwasser ausgewaschen werden, ist davon ofters eine Spur im ads. K. vorhanden. Infolge noch ungenügend ausgearbeiteter Untersuchungsmethodik des ads. K. findet der Autor es nicht für möglich zur Zeit eine erschöpfende B.-klassifikation nach dem Stand des ads. K. in dem B. zu geben und stützt sich hauptsächlich auf der Zusammensetzung adsorbierter Katione, welche auch noch nicht für alle Bodentypen erforscht ist; was nun den Anionteil, dessen Grösse, Zusammensetzung und den Gehalt in dem einen oder anderen Horizonte an seinen Zerfallprodukten anbetrifft, so macht der Autor hierüber Schlüsse auf Grund indirekter Erwägungen [1]).

---

[1]) Sehr viele den hier angeführten Grundsätzen und Erwägungen sind ausführlich in einer Reihe experimenteller Arbeiten entwickelt und beschrieben worden, welche der Autor seit 1911 veröffentlicht hat; hier sind dieselben zusammengefasst und durch spätere Untersuchungen ergänzt worden. Folgende Arbeiten stehen in unmittelbarer Beziehung zu vorstehendens Aufsatze:

In den Hauptgrundzügen ergeben die Schlussfolgerungen des Autors folgendes Schema:

I. **Böden, welche im ads. K. kein H-ion enthalten** (Böden, welche mit Basen gesättigt sind).

1. Böden, welche im ads. K. adsorbiertes Calcium und an zweiter Stelle Magnium enthalten—Tschernosemtypus Bodenbildung. Unerlässliche Bedingung für eine solche Zusammensetzung ads. Kationen ist eine derartige Verbindung bodenbildender Faktoren, bei welcher leicht lösliche Salze (von K und Na) in den B.-horizonten nicht vorkommen und die schwer löslichen Ca-u. Mg-Karbonate erhalten bleiben.

Infolge ungleicher Grösse der Adsorptionsenergie (Verdrängung) bei verschiedenen Kationen ($Ca > Mg > Na$), können dann im ads. K. weder Alkalien noch H-ion (grosse Verdrängungsenergie, aber ganz unbedeutende Konzentration) enthalten sein, da letztere mit Ca u. Mg bei der Konz., die für dieselben unter diesen Verhältnissen möglich ist, nicht konkurrieren können.

Dadurch, dass die Tschernosemböden von ads. Kationen nur Ca u. Mg enthalten, wird die besondere Dauerhäftigkeit des ads. K. dieser Böden in betreff der zerstäubenden (die primären kolloid. Teilchen sind in sehr dauerhafte Aggregate zusammengeklebt — deren Durchmesser $> 0{,}1$ Mikron beträgt — welche unter dem Einflusse der Bodenfeuchtigkeit nicht zerfallen und geben letztere ihrerseits eine sehr dauerhafte, körnige Struktur), auflösenden und chemisch zersetzenden Wirkung des Wassers bedingt; deshalb können sowohl die Alumosilikat-, als auch die Humatteile des ads. K. die maximalste Grösse erreichen.

Dank der ausserordentlichen Dauerhäftigkeit des Komplexes und der sehr geringen Konz. seiner Zerfallprodukte werden kompakte illuviale Horizonte hier nicht beobachtet.

Was nun den Anionteil des ads. K. dieses Typus anbetrifft, so teilt der Autor die Resultate der Bearbeitung der B. mit 5% KOH u. 0,005N HCl mit, welche einiges Interesse vom Standpunkt der Klassifikation besitzen. So entzieht z. B. aus den gegebenen Böden das Alkali etwas mehr SiO_2 (im Mittel ca. 0,5%), als Al_2O_3

---

1. Auf welchen B. wirkt der Phosphorit. Die mit Basen gesättigten und ungesättigten B. Russ. J. f. Exp. Landw. Bd. 12, 1911, s. 539.
2. Noch über B., auf denen Phosphorit wirkt. Ebenda, s. 816.
3. Die Kolloid-Chemie in Fragen der Bodenkunde I u. II. Ebenda, Bd. 13, s. 412; Bd. 15, s. 205.
4. Pouvoir absorbant du sol et les bases zeolitiques des sols. Bd 17, s. 527.
5. Sols salins et leur amelioration. Bd. 18, s. 138.
6. Materiaux pour la notion du pouvoir absorbant des sols. Bd. 19 s. 269. Bd. 20, s. 31.
7. Contribution a la methode du dosage des bases zeolitiques. Bd. 19, s. 226.
8. Von Basen nicht gesättigter B..... Bd XXII, Absch. I, s. 1.
9. Die ultramechanische Zusammensetzung des B. Bd. XXII, Absch. I, s. 27.
10. Учение о поглотительной способности почв. Петроград, 1922 г.
11. Химический анализ почвы. Петроград, 1923 г.
12. Генезис почв Носовской С.-Х. Оп. Станции. Отчет Агрохимического Отдела. Вып. 36, 1924 г.
13. The hydrochloric acid method for determining in the soil the kations present in an adsorbed condition. Soil Sc. Vol XVI, № 6, 1923.
14. Der adsorbierende Bodenkomplex. Изв. Ленингр. Лесного Инст. Вып. 23, 1924 г.
15. Action des électrolytes sur les suspensions limoneuses. Petrograd 1915.

(ca. 0,4%), die Säure dagegen entzieht ungefähr zweimal mehr Al_2O_3 (ca. 0,5%), als SiO_2 (ca. 0,3%).

2. Böden, welche im ads. K. ausser Ca u. Mg adsorbiertes Na enthalten.

Unerlässliche Bedingung ist hierbei ein trockenes Klima, damit im Boden eine solche Quantität leicht löslicher Salze (Na) sich ansammelt, dass ihre Kationе, ungeachtet der geringen Adsorptionsenergie (Verdrängung) des Na, im Vergleich zu Ca u. Mg, und dank der ganz unbedeutenden Lösbarkeit der Karbonate der letzteren mit ihnen um den Platz im ads. K. schon konkurrieren können. Letzterer erhält, da in ihm Na enthalten ist einen sehr eigentümlichen Charakter. Alle besonderen Eigenschaften eines solches Komplexes werden dadurch hervorgerufen, dass die dauerhaften Aggregate der primären Teilchen des ads. K., welcher Ca u. Mg enthält, unter dem Einfluss des Eintritts in denselben von Na, die Fähigkeit erhalten bei Einwirkung von Wasser sich zu zerstäuben: das adsorbierte Na vergrössert die Dispersion des ads. K. Der Boden wird «kolloidaler», er erhält eine starke Klebefähigkeit, dank welcher er im trockenen Zustande eine grobe und dauerhafte Struktur erwirbt; in feuchtem Zustande dagegen verliert er seine Struktur, wird zähe und viskos. Eine solche Wirkung des adsorbierten Na wird dadurch hervorgerufen, dass die Bodenlösung in diesem Falle OH-ion enthält, dessen stabilisierende Wirkung stärker, als die koagulierende Wirkung des ihm entsprechenden Na-ion ist.

Dank der erhöhten Zerstäubung zeichnet sich der Na enthaltende ads. K. durch grosse Unbeständigkeit aus; sein Humatteil zerstäubt sich derart im Wasser, dass fast molekulare Lösungen erhalten werden, wogegen der Alumosilikatteil energisch auf die ihn zusammensetzenden Oxyde zerfällt. Diese verschiedene zersetzende und auflösende Wirkung des Wassers auf den ads. K., welcher Ca, Mg u. Na (oder nur Na) einerseits, und nur Ca u. Mg andererseits enthält, illustriert der Autor durch eine Reihe von Versuchen.

In Böden mit einem solchen ads. K. kann man drei aufeinanderfolgende Evolutionsstadien unterscheiden.

1-es Stadium. Böden, welche lösliche Salze enthalten. Die Eigenschaften des ads. K., welche ihm durch die Anwesenheit adsorbierten Na verleiht werden, treten infolge der koagulierenden Wirkung der Salze nicht hervor. Solontschak und solontschakartige Böden.

2-es Stadium. Böden, welche lösliche Salze nur in solch geringen Mengen enthalten, bei welchen in vollem Masse die Anwesenheit von Na im ads. K. zutage treten kann. Solonetz und solonetzartige Böden. Zwischen dem 1 und 2 Stadium können verschiedene Übergänge sein—in Abhängigkeit vom Versalzungsgrad.

3-es Stadium. Aus dem ads. K. ist das adsorbierte Na entfernt — der Boden ist in Solodj übergegangen. Hierbei kann man zwei Fälle unterscheiden.

1. Der solonetzartige Boden enthält keine Karbonate von Ca u. Mg; in diesem Falle wird die völlige Entfernung des adsorbierten Na durch völlige Entfernung jenes Teiles des ads. Komplexes, welcher mit Na gesättigt ist, begleitet; die entstandene Solodj wird durch die Grösse ihres ads. K. vom anfänglichen solonetzartigen Boden in solchem Grade sich unterscheiden, in welchem letzterere solonetzartig war.

2. Der Solonetzartige B. enthält Karbonate von Ca u. Mg; in diesem Falle wird bei der Solodjbildung ein grösserer oder kleinerer Teil des durch Na gesättigten ads. K. nicht zerstört, sondern geht in gesättigtes Ca u. Mg über und der entstandene Solodjboden wird nach der Grösse seines ads. K. sich viel weniger von dem anfänglichen solonetzartigen. B. unterscheiden, als in Falle den Abwesenheit von Karbonate von Ca u. Mg.

Zwischen dem 2 u. 3 Stadium können gleichfalls verschiedene Übergänge vorkommen, in Abhängigkeit vom Grade der Solodjbildung.

II. **Böden, welche im ads. Komplexe adsorbierten H enthalten** (B., welche mit Basen nicht gesättigt sind). Diese B. bilden sich in Falle erhöhter Feuchtigkeit, wenn aus den B. nicht nur die löslichen Salze, sondern auch die schwer löslichen Karbonate von Ca u. Mg entfernt sind, dank welchem Umstande die Konz. von Ca u. Mg in der Bodenlösung auf eine so minimale Grösse gefallen ist, dass das H-ion der Bodenfeuchtigkeit infolge seiner grossen Verdrängungsenergie (Adsorption) mit ihnen um den Platz im ads. K. konkurrieren kann. Letztere nimmt infolge seiner Fähigkeit durch Wasser zerstäubt und zerstört zu werden eine mittlere Stellung zwischen dem Komplex, welcher nur adsorbiertes Ca u. Mg enthält und dem Komplex mit ads. Na. Der Humatteil dieses Komplex ist mehr oder weniger löslich, der Alumosilikatteil dagegen wird durch Wasser zersetzt und zerfällt auf einzelne Oxyde.

In diesen B., welche mit Basen nicht gesättigt sind, kann mit Bestimmtheit die Neubildung des ads. mineralischen Komplexes aus seinen Bestandteilen konstatiert werden. 5% KOH und 0,05 N. HCl entziehen aus diesen Böden viel mehr Al_2O_3, als SiO_2.

1. Böden mit sehr scharf ausgedrückter Zerstörung des ads. K. in dem ganzen Bodenprofil, mit reicher Anhäufung von Fe u. Al — hydrooxyden. Die saure Reaktion und ziemlich hohe Konz. der Salze von Ca u. Mg (infolge ihrer energischen Verdrängung durch H-ion und schnellen Mineralisation der organischen Überreste) koagulieren die freigewordenen Hydrooxyde von Al u. Fe, und die hohe Temperatur führt sie in nicht rückwirkenden Zustand im ganzen Bodenprofil über (an ihren Bildungsorten) und zwar mit starker Verarmung an SiO_2; letzterer Umstand wird hervorgerufen durch intensiven Zerfall des ads. K. und die Ausscheidung von SiO_2 infolge schwach saurer Reaktion und schneller Zerstäubung nicht kolloidaler mechanischer Fraktionen bis zu kolloidalen Grössen, wobei der adsorbierende Bodenteil von neuem ergänzt wird. Laterite.

2. Boden mit scharf ausgedrückter Zerstörung des ads. K. blos in den Horizonten A_1 u. A_2; im Horizont A_1 eine verhältnismässig grosse Anhäufung des Humatteils; die Ansammlung von Eisenhydrooxyden findet hauptsächlich im Horizonte B statt; augenscheinlich sammeln sich gleichfalls Aluminiumhydrooxyde an, jedoch in sehr beschränkten Quantitäten; SiO_2, als Zerfallprodukt des Alumosilikatadsorptionskomplexes, wird ausgewaschen, jedoch entsprechend der zchwächeren Zerstörung dieses Komplexes (wobei dieselbe nur in der oberen Bodenschicht vor sich geht) ist die relative Verarmung [1]) des Bodens an SiO_2 viel kleiner, als im Laterittypus. Podsoltypus Bodenbildung.

[1]) Die hier beobachtete relative Bereicherung des Horizontes A_2 der Podsolböden durch allgemeine SiO_2 erklärt sich durch dessen relative Bereicherung an grösseren mechanischen Fraktionen.

Auf diese Weise sehen wir, dass der Autor die Podsolböden und Laterite einander näher bringt; bilden sich doch dieselben unter Verhältnissen, welche den Eintritt des H-ions in den ads. K. ermöglichen.

Einen Unterschied zwischen ihnen sieht der Autor in folgendem: 1) in der Intensität der Prozesse und der durch sie verursachten verschiedenen Zerlegungsenergie des ads. K.; 2) in der Grösse des organischen Teiles; 3) der Bildungsprozess der Ungesättigtheit und des Zerfalls des ads. K. tritt in Podsolböden nur in den oberen Schichten auf, in den Lateriten verbreitet er sich viel tiefer; 4) im ungleichen Schiksal der Zerfallprodukte (s. oben über die Hydrooxyde von Al u. Fe); 5) in verschiedener Intensität der Zerstäubung nicht kolloidaler mechanischer Fraktionen in kolloidalen ads. K.

Wie schon gezeigt, geht der Zerfall des abs. K. in Böden mit adsorbiertem Na noch schneller vor sich, als in B., welche nicht mit Basen gesättig sind, jedoch unterscheidet sich dieser Prozess der Solodjbildung sehr wesentlich vom Prozess der Podsolbildung durch folgendes: 1) in ersten Falle geht der Prozess in Anwesenheit des ads. K. vor sich, welcher Na und im zweiten — welcher nur adsorbiertes Ca u. Mg enthält; 2) bei ein und derselben Quantität durchsickernden Wassers geht die Solodjbildung viel schneller vor sich, als der zweite Prozess; 3) die Solodjbildung, genetisch mit Solonetzböden verbunden, — ist ein Prozess trockener Gebiete; der zweite Prozess — feuchter Gebiete; 4) das Schicksal der Zerfallprodukte ist ein anderes: a) im ersten Falle sammelt sich amorphe SiO_2 an, im zweiten — ist sie nicht konstatiert worden; der Autor erklärt dieses einerseits durch verschiedene Konz. der Zerfallprodukte (in Zusammenhang mit der verschiedenen Energie des Zerfalles selbst und der Koagulatoren und andererseits durch die Reaktion der Mitte; b) beim ersten Prozess bilden sich günstige Bedingungen für die Heraustreibung kolloidaler Lösungen von Hydrooxyden Al u. Fe, dank der stabilisierenden Wirkung des OH-ions, beim zweiten, umgekehrt, sind die Bedingungen für ihren Ausfalle an ihrem Bildungsort dank des schwach sauren Reaktion günstig. Die sehr geringe Konz. der Zerfallprodukte und grosse Quantität durchsickernder Feuchtigkeit machen diese Erscheinung komplizierter und befördern das Ausschwemmen der Hydrooxyde in die illuvialen Horizonte der Podsolböden.

Leningrad (St. Petersburg)
Forstinstitut. März 1924.

THE LIBRARY OF THE
AUG 1928
UNIVERSITY OF ILLINOIS

II. По химической лаборатории.

Вып. 11. Лабораторные исследования 1916, 1917 г.г. Т. Ф. Сухенко с предисловием С. П. Кулжинского.

Вып. 28. О причинах слабого действия минеральных удобрений и навоза на почвах оп. поля Носовской с.-х. оп. станции А. И. Душечкина

Вып. 29. К вопросу о причинах лучшего использования растениями фосфорнокислых удобрений на полях Носов. сель.-хоз. оп. станции. Проф. К. К. Гедройц.

Вып. 32. Почвенный покров Носовского Опытн. поля. Ф. П. Саваренский.

Вып. 36. Отчет агрохимич. отд. за 1922—1923 гг. Под общей редакцией проф. К. К. Гедройц.

Вып. 38. Почв. поглощ. комплекс и почв. поглощ. катионы, как основа генетич. классификации почв. Проф. К. К. Гедройц.
Готовится к печати монография о солонцах. Проф. К. К. Гедройц.

III. По коллективным опытам.

Вып. 1. Отчет по коллективным опытам с томасшлаком, люпином и навозом под озимую рожь 1910—1911 г. Год 1-й. С. П. Кулжинский. Издание разошлось.

Вып. 2. Отчет по коллективным опытам. Результаты внесения в 1913 г. искусственных удобрений под люпин. С. П. Кулжинский. Издание разошлось.

Вып. 3. Отчет по коллективным опытам. Люпиновое и минеральное удобрен. С. П. Кулжинский.

О Люпине. Популярная брошюра с 10 ориг. рис. по данным коллективных опытов. С. П. Кулжинский. 2-е издание разошлось.

Люпин на зеленое удобрение. Плакат в красках размером в 118 × 33 кв. с. с 10 ориг. рис. Составил по данным коллективных опытов С. П. Кулжинский. 2-е издание разошлось.

IV. По отделу применения.

Вып. 21. Сельско-хозяйственные Союзы Молодежи. Н. Д. Костецкий.
Отчеты по Отделу применения. Н. Д. Костецкий. Печатается.

V. По экономическому отделу.

Вып. 19. Хозяйства Середняка юга Черниговщины. Н. И. Костеров.

Вып. 22. Программа работ ближайшего времени по экономическому отделу. Н. И. Костров.

Вып. 30. Районы Черниговщины. Н. И. Костров.

Вып. 34. Работа на коровах. С. П. Кулжинский.

VI. По отделу садоводства и огородничества.

Вып. 23. Огородничество в Нежинском уезде. Н. Д. Костецкий.

Вып. 24. Садоводство в Нежинском уезде. Н. Д. Костецкий.

VII. По отделу животноводства.

Вып. 25. Крупные английские свиньи Носовской с.-х. опытной станции. А. Р. Редькин. Печатается.

Роль крупной белой свиньи в деле улучшения простой местной. А. П. Редькин.

Вып. 35. Улучшайте простых свиней белыми английскими и организуйте случные товарищества. Б. Н. Вериго.

VIII. По Естественно-историческому обследованию.

Вып. 31. Естеств.-истор. районы Черниговщины. Составил Кондаков. Рукопись.

Вып. 32. Почвенный покров Носов. оп. поля. Ф. П. Саваренский.

Вып. 33. Почвенная карта Черниговщины. В красках в 10 верстном масштабе. Составили: Шраг, Родзиевский, Кондаков, по данным почвенной экспедиции в Черниговщине Дюмо. Рукопись.

3 0112 043218160

Издания других опы... -х. опытной станции.

По **Чемерскому** опыт... линке (район Козелец-Чернигов-Городня).

Вып. 1. Результаты обследования в 1913 г. хозяйств района Чемерского опытного поля. Составил М. В. Чунтулов. С предисловием С. П. Кулжинского.

Носовская сельско-хозяйственная опытная станция находится в 20-ти верстах от г. Нежина и вблизи м.м. Носовки и Володьковой Девицы.

ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ УСТРОЕНА для того, чтобы найти способы, которыми можно повысить урожай сельско-хозяйственных растений — черноземной и суглинистой полосы губернии.

Почва опытного поля станции — легкий чернозем. Такие почвы в Черниговщине распространены в уездах Конотопском, Борзенском, Нежинском, Козелецком и др.

Опытная станция открыта для посещения всех интересующихся сельским хозяйством.

Наиболее удобное время для осмотра опытного поля станции — конец мая или начало июня.

Посетители, проезжающие по жел. дороге, могут сходить с поезда на «Платформе 100-ая верста», эта платформа находится между ст. «Носовка» и «Нежин». На платформе в нормальное время останавливаются почтовые и пассажирские поезда, кроме скорых и ускоренных. Об остановке поезда необходимо заявить кондуктору на ближайшей станции—или ст. «Носовка» или ст. «Нежин».

В составе Носовской с.-х. опытной станции в настоящее время — работают;

1. Опытное поле—с 1911 г.
2. Племенной рассадник свиней белой английской крупной породы—с 1916 г.
3. Рассадник маточных огородных семян—с 1916 г.
4. Плодовый питомник—с 1918 г.
5. Производство улучшенных семян полевых растений—1912 г.
6. Химическая лаборатория—с 1915 г.
7. Вегетационный домик—с 1916 г.
8. Сельско-хозяйственный музей—с 1914 г.
9. Метеорологическая станция—с 1911 г.
10. Опытная пасека—с 1919 г.
11. Отдел «применения»—пропаганды с 1920 г.
12. Экономический отдел—с 1921 г.

Опытная станция бесплатно отвечает на вопросы по сельскому хозяйству—по полеводству, огородничеству и садоводству, животноводству и пчеловодству.

Адрес для писем: м. Носовка, М.-К.-В. ж. д.
» » груза: ст. Носовка, М.-К.-В. ж. д.
» » телеграмм: Нежин, опытная станция.

Жителям Черниговской губернии, интересующимся работами опытной станции, издания опытной станции высылаются бесплатно: необходимо только в желании получить то или другое издание написать: м. Носовка, Чернигов. губ.